

## TABLE DES MATIERES

<b>INTROUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>3</b>
I- GENERALITE SUR LES PESTICIDES .....	4
I.1 Définition de pesticide .....	4
I.2 Pesticides et protection des cultures .....	4
I.3 Classification des pesticides .....	4
I.3.1 Classification selon la cible .....	4
I.3.2 Classification selon la famille chimique .....	5
I.3.3 Classification selon la toxicité .....	7
I.3.4 Classification selon le mode d'action .....	8
I.4 Composition des pesticides.....	8
I.4.1 La substance active .....	8
I.4.2 Les substances d'appoints.....	9
I.4.3 Les formulations .....	10
I.5 Mécanisme d'action des pesticides .....	10
I.5.1 Cas des insecticides.....	10
I.5.2 Cas des fongicides.....	11
I.5.3 Cas des herbicides.....	12
I.6 Toxicité des pesticides .....	12
I.6.1 Toxicité aiguée.....	13
I.6.2 toxicité chronique.....	13
I.7 Persistance et bioaccumulation des pesticides.....	14
I.8 Notion de résidus .....	14
I.8 Dangers des pesticides .....	15
I.8.1 Dangers pour l'homme .....	15
I.8.2 Dangers pour l'environnement .....	15
I.9 Résistance aux pesticides.....	16
II- REGLEMENTATION DES PESTICIDES .....	16
II.1 Réglementation des pesticides au niveau international .....	16
II.2 Réglementation des pesticides au niveau sous-régional.....	17
II.3 Réglementation des pesticides au Sénégal .....	17
III- LES METHODES D'ANALYSE DES PESTICIDES .....	19
III.1 La méthode titrimétrique.....	19
III.2 La méthode spectroscopique .....	19
III.3 La méthode enzymatique .....	19
III.4 La méthode immunologique.....	19
III.5 Les méthodes chromatographiques .....	19
III.5.1 La chromatographie sur couche mince (CCM).....	19
III.5.2 La chromatographie liquide à haute performance (HPLC).....	20
III.5.3 La chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	20
IV- ALTERNATIVE A LA LUTTE CHIMIQUE.....	20
IV.1 La lutte biologique .....	20
IV.2 La lutte intégrée .....	21
IV.3 Les bonnes pratiques agricole (BPA).....	21

<b>DEUSIEME PARTIE : ANALYSE DES RESIDUS DE PESTICIDES.....</b>	<b>23</b>
V- MATERIEL ET METHODES.....	24
V.1. Présentation de la zone d'étude.....	24
V.2. Matériel.....	25
V.2.1 Matériel végétal.....	25
V.2.2 Matériel chimique.....	27
V.2.3 Appareillage.....	27
V.3 Méthodologie d'étude.....	28
V.3.1 Enquêtes.....	28
V.3.2 Echantillonnage.....	28
V.3.3 Extraction et purification.....	28
V.3.3.1 Extraction.....	29
V.3.3.2 Purification.....	29
V.3.4 Analyse des extraits purifiés.....	29
V.3.4.1 Analyse par HPLC.....	30
V.3.4.1.1 conditions de travail.....	30
V.3.4.1.2 Détermination des longueurs d'onde des pesticides utilisés.....	30
V.3.4.1.3 Etablissement des droites de calibration.....	31
V.3.4.1.4 Analyse proprement dite par HPLC.....	31
V.3.4.2 Analyse par CCM.....	32
V.3.4.2.1 Conditions de travail.....	32
V.3.4.2.2 Analyse proprement dite par CCM.....	32
VI- RESULTATS ET DISCUSSION.....	33
VI.1 Résultats des enquêtes.....	33
VI.2 Résultats de l'analyse.....	37
VI.2.1 Résultats de l'analyse par HPLC.....	37
VI.2.1.1 Les droites de calibration des standards de pesticide.....	37
VI.2.1.2 Les chromatogrammes des étalons et de quelques extraits.....	42
VI.2.1.3 Résidus de pesticides détectés des échantillons prélevés au niveau champs.....	47
VI.2.1.4 Résidus de pesticides des échantillons prélevés au marché.....	52
VI.2.2 Résultats de l'analyse par CCM.....	55
VI.2.2.1 Les chromatogrammes.....	55
VI.2.2.2 Les rapports frontaux des étalons et des extraits analysés par CCM.....	58
VI.3. Discussion.....	59
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>63</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>66</b>

## SIGLES ET ABREVIATIONS

**LMR** : Limite Maximale de Résidus admises

**Del** : Delthaméthrine

**Dico** : Dicofol

**Métha** : Méthamidophos

**Man** : Manébe

**Mg/kg** : milligramme / kilogramme

**Rf** : Rapport frontale

**V / V** : volume / volume

**HPLC** : Chromatographie Liquide à Haute Performance

**CCM** : Chromatographie sur Couches Minces

**CPG** : Chromatographie en Phase Gazeuse

**BPA** : Bonne Pratique Agricole

**CILLS**: Comité Inter-état de Lutte contre La Sécheresse des pays du Sahel

**SPIA** : Société des Produits Industriels et Agricoles

**FAO** : Organisation Mondiale pour l'Agriculture et l'Alimentation

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**ISRA** : Institut Sénégalaise de Recherche Agricole

**OUNUDI** : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

**DJA** : Dose Journalière Acceptable

**DL<sub>50</sub>** : Dose Létale 50

**DSE**: Dose Sans Effet

**ACTA** : Association de Coordination Technique Agricole

**PAN.africa** : Pesticides Action Network africa

**DPV** : Direction de la Protection des Végétaux

**SENCHEM** : Sénégalaise de la Chimie

**ISE** : Institut des Sciences Environnementales

**Pg** : pico gramme

**UV** : Ultraviolet

**g** : gramme

**µl** : microlitre

**cm** : centimètre

**%** : pourcentage

## INTRODUCTION

L'agriculture occupe une place de choix dans l'économie des pays africains. Elle contribue à la sécurité alimentaire et constitue aussi une source importante de revenu pour les populations rurales et périurbaines. Cependant, dans les pays du Sahel, l'agriculture est essentiellement du type traditionnel avec un certain nombre de contraintes dont l'irrégularité des pluies, la pauvreté des sols, les pertes de récoltes et de productions qui limitent la productivité. Dans ce contexte, l'agriculture intensive semble constituer l'un des meilleurs palliatifs pour répondre à la demande croissante des populations en denrées alimentaires de première nécessité.

Au Sénégal en particulier, l'agriculture périurbaine pratiquée de façon préférentielle dans les Niayes du Sénégal occupe une place importante dans l'approvisionnement des populations en fruits et légumes avec plus de 80% de la production nationale en légumes et 40% en fruits, soit au total une production annuelle de l'ordre de 370 000 tonnes (**Thiam, 2007**). Si la production est actuellement destinée au marché intérieur (plus de 95 % du volume total), le développement de l'horticulture d'exportation, basée essentiellement sur les produits de contre-saison, constitue aujourd'hui un secteur de diversification à très fort potentiel (**Ngom et al, 2007**). Les exportations horticoles ont connu un développement important avec un volume annuel de l'ordre de 6 000 à 13 300 tonnes entre 1998 et 2006, soit une augmentation de plus de 51 % (**Direction de l'horticulture, 2005**).

Cependant, la zone des Niayes présente l'inconvénient d'être un lieu de prolifération de plusieurs parasites de cultures. Ceci incite les maraîchers à utiliser de plus en plus de pesticides pour lutter contre ces ennemis des cultures. Au total, l'agriculture sénégalaise utilise en moyenne annuellement 598 tonnes de pesticides solides et 1 336 560 litres de pesticides liquides pour une valeur de près de 10 500 000 000 de francs CFA (**Thiam et al, 2003**). Bien qu'ils apportent des bénéfices certains dans le système de production, les pesticides peuvent être à l'origine d'effets potentiellement préjudiciables pour la santé humaine et pour l'environnement (**FAO/OMS, 2001**). Les résidus de pesticides, nocifs pour la santé de tous, peuvent subsister dans la nature. Ceux-ci exposent donc, indirectement, les consommateurs aux pesticides habituellement présents en quantités infimes dans les aliments. En effet, les pesticides utilisés dans les étapes de productions alimentaires, peuvent persister dans la nourriture d'où l'importance de détecter et de doser ces résidus.

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'impact de l'utilisation des pesticides sur la qualité phytosanitaire des fruits et légumes produits dans la zone agroécologique des Niayes de

Dakar. La première partie du travail est consacrée à la synthèse bibliographique sur l'usage des pesticides en agriculture et l'évaluation théorique de leur incidence sur la santé des populations et l'environnement et la deuxième partie rapporte les résultats de l'analyse des résidus de pesticides dans les fruits et légumes produits dans les Niayes de Dakar.

*Rapport-gratuit.com*   
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

## **PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## **I. GENERALITES SUR LES PESTICIDES**

### **I. 1. Définition des pesticides**

Un pesticide est défini comme toute substance ou association de substances destinées à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines ou animales et les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages durant la production, la transformation, le stockage, le transport, ou la commercialisation des denrées alimentaires, des produits agricoles, du bois et des produits ligneux (FAO, 1990 ; Diatta, 1997). Un pesticide est un produit chimique (industriel) composé de :

- matière active (ou association de plusieurs matières actives) ;
- diluant ou charge (substance neutre destinée à réduire la concentration de la matière active) ;
- adjuvants (généralement dépourvus d'activités biologiques) qui peuvent augmenter les effets toxiques du produit (Thiam, 2004).

### **I. 2. Pesticides et protection des cultures**

La protection des cultures est vitale pour l'homme car, selon l'adage, « l'agriculteur ne reçoit que ce que les parasites veulent bien lui laisser ». Elle est d'autant plus nécessaire que les plantes cultivées sont le plus souvent des variétés sélectionnées en vue d'améliorer leur rendement et la qualité des produits recherchés. Ces modifications de leur patrimoine génétique les rendent plus fragiles aux agressions de leur environnement, qu'il s'agisse des agressions d'organismes parasites ou phytophages, de la concurrence des mauvaises herbes ou d'accidents climatiques (Couteux et al, 2004). La protection des cultures met en œuvre surtout des méthodes chimiques utilisées dans des stratégies à la fois préventives et curatives. Les produits phytosanitaires exercent une action physiologique sur la croissance des végétaux. Plus de 1200 composés chimiques constituent les grandes familles de pesticides utilisés dans la lutte contre les ennemis des cultures et de la production (Schiffers, 1990).

### **I. 3. Classification des pesticides**

Il y a plusieurs types de classification des pesticides dont les plus importants sont :

- Classification selon la cible
- Classification selon la famille chimique
- Classification selon la toxicité
- Classification selon le mode d'action

#### **I. 3. 1. Classification selon la cible (Codazzi, 1989)**

Selon la nature des nuisibles auxquels ils sont destinés, les pesticides seront dénommés insecticides, herbicides, fongicides, acaricides, nématicides, rodenticides etc. (Seel, 1999).

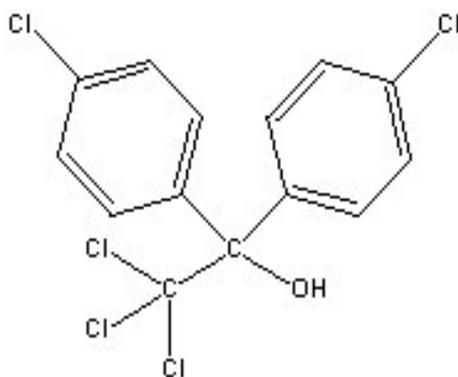
<u>Groupe de pesticides</u>	<u>traitement contre</u>
Insecticides	insectes
Fongicides	champignons
Herbicides	mauvaises herbes
Nématocides	nématodes (petites anguilles)
Acaricides	mites, araignées, tiques
Mollucides	escargots
Bactéricides	bactéries
Rodenticides	rongeurs
Avicides	oiseaux granivores
Termicides	termites

### **I. 3. 2. Classification selon la famille chimique (Kuisseu et al, 2003 ; Seel, 1999)**

La classification selon la famille chimique fait référence à la nature chimique de la molécule. Dans cette classification, les pesticides sont regroupés dans les grandes familles que sont : les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les pyréthriinoïdes, les régulateurs de croissance.

- Les organochlorés présentent dans leur formule chimique un ou plusieurs atomes de chlore. Ce sont des molécules qui renferment au moins une liaison carbone-chlore. Certains composés organochlorés existent dans la nature, d'autres sont des sous-produits de la combustion et des procédés industriels. Ils sont peu solubles dans l'eau, solubles dans les corps gras, stables à l'air, à la lumière et à la chaleur.

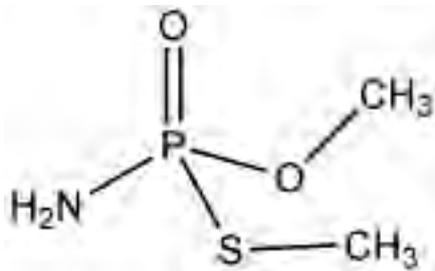
Exemple : formule développée du dicofol



- Les organophosphorés ont dans leur formule chimique la présence de phosphore. Ce sont des esters de l'acide phosphorique, généralement très toxiques et volatils, liposolubles et moins persistants que les organochlorés. Les organophosphorés se subdivisent en trois groupes (Moll et al, 2002) :

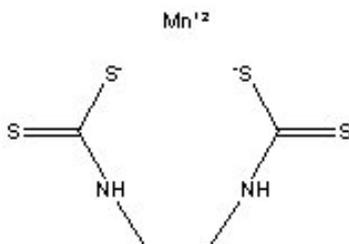
- Les dérivés aliphatiques dont les principaux sont le tétraéthylpyrophosphate, le malathion, le diméthoate, le méthamidophos, l'acéphate etc.
- Les dérivés phényles (l'éthyl- et le méthyl-parathion, le ronnel, le stirofos, etc.).
- Les dérivés hétérocycliques (le diazinon, le chlorpyrifos etc.).

Exemple : formule développée du méthamidophos



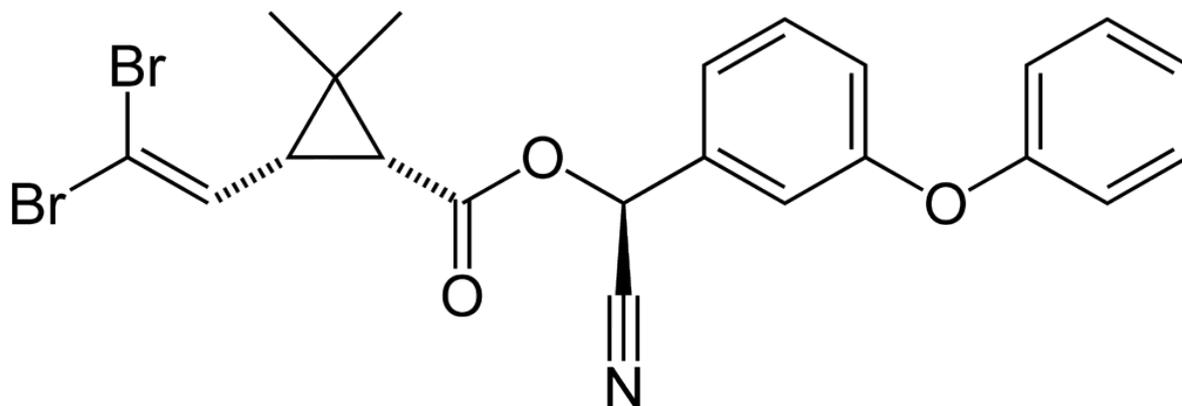
- Les carbamates sont des dérivés de l'acide carbamique, peu solubles dans l'eau, peu stables, souvent très toxiques. Ils sont utilisés comme insecticides, herbicides et fongicides. Les carbamates insecticides sont des esters de l'acide N-méthylcarbamique.

Exemple : formule développée du manébe



- Les pyréthriinoïdes sont synthétisés à partir des substances naturelles. Ils sont faiblement volatils, très stables, fortement liposolubles. Les pyréthriinoïdes sont utilisés sur toutes les cultures et sous tous les climats (FAO, 1993).

Exemple : formule développée du deltaméthrine



- Les régulateurs de croissance sont rémanents, très peu solubles dans l'eau, utilisés en lutte préventive, fortement liposolubles (Thiam, 2004).

### I. 3. 3. Classification selon la toxicité

**Tableau I** : Critères FAO/OMS classification

CLASSE	DL50 POUR LE RAT (mg m.a /kg poids corporel)			
	Orale		der male	
	Solide	Liquide	Solide	Liquide
Ia	< 5	<20	<10	<40
Ib	(5...50)	(20...200)	(10...100)	(40...400)
II	(50...500)	(200...2000)	(100...1000)	(400...4000)
III	>500	>2000	>1000	>4000

Source : (Diatta, 1997 ; Codazzi, 1989)

Ia : extrêmement dangereux

Ib : très dangereux

II : modérément dangereux

III : légèrement dangereux

### I. 3. 4. Classification selon le mode d'action

**Tableau II** : Classification des pesticides selon le mode d'action (**Thiam et al, 2003**)

Produits	Contact	Ingestion	Inhalation	Action
Lindane	+	+	+	Perturbation de la conduction de l'influx nerveux le long des axones
Dieldrine	+	+	+	
Chlorpyrifos	+	+	+	Inhibiteur de la cholinestérase
diazinon	+	+	+	
Fenitrothion	+	+	+	
malathion	+			
Bendiocarbe	+	+	+	Inhibiteur de la cholinestérase
Carbaryl		+		
Propoxur	+			
Alpha-cyperméthrine	+	+		Perturbation de la conduction de l'influx nerveux le long des axones
Deltaméthrine	+	+		
Lambdacyhalothrine	+	+		
teflubenzuron	+			Perturbation de la formation de la cutine

+ = agit par contact ou par ingestion ou par inhalation

### I. 4. Composition des pesticides

Un produit traitant est presque toujours un mélange de plusieurs substances. Il contient tout d'abord la vraie substance traitante ou substance active. Il contient également un certain nombre de substances ajoutées ou substances d'appoint dont l'ensemble constitue ce l'on appelle formule. La substance d'appoint améliore l'effet de la substance active ou ajoutent certaines propriétés au produit (**Codazzi, 1989**).

#### I. 4. 1. La substance active

C'est la matière chimique pure responsable de l'activité pesticide au sein d'une formulation (**Diatta, 1997**). C'est à dire la partie biologiquement active du pesticide dans une formulation (**FAO, 1990**). La substance active a différentes formules, c'est-à-dire qu'elle est mise en vente avec différents types de substances d'appoint en différentes quantités.

#### **I. 4. 2. Les substances d'appoints (Codazzi, 1989)**

##### **- Les solvants**

Un solvant est un liquide dans lequel la substance active est dissoute dans l'emballage. Comme les substances actives ne sont pas toutes solubles dans l'eau, on doit utiliser un solvant spécial.

##### **- Les émulsifiants**

Les pesticides liquides sont presque toujours vendus sous forme concentrée. Il faut les diluer dans l'eau avant usage. L'émulsifiant sert à faciliter la dilution du liquide concentré. Par dilution dans l'eau, les pesticides se détachent en très fines gouttelettes qui se répartissent régulièrement dans l'eau (émulsion).

##### **- Les substances coulantes**

Ces substances permettent aux pesticides de bien s'écouler sur les feuilles de la plante au lieu de rester en boulettes. Ces produits permettent à une même gouttelette d'humecter une plus grande surface de feuille.

##### **- Les substances portantes**

Pour mieux diluer la substance active d'une formule sèche (poudre ou granules), on ajoute une substance portante solide qui se fixe à la substance active.

##### **- Les dispersants**

Le dispersant est mélangé aux pesticides en poudre insolubles dans l'eau. Cette substance a le même effet que les émulsifiants précité des formules liquides. Le dispersant permet à la poudre de se disperser dans l'eau en particules très fines : le liquide devient homogène.

##### **- Les agglutinants**

L'agglutinant facilite le maintien du pesticide sur la surface des feuilles.

##### **- Les colorants**

les colorants diminuent les risques d'accident : ils rendent visible la différence entre graine traitée, donc toxiques et incombustibles, et graine non traitée. Parfois les pesticides en granules sont colorés pour permettre leur répartition régulière dans le sol.

##### **- Les synergistes**

Ces substances renforcent l'effet de la substance active.

Chaque constituant a donc un rôle bien défini à jouer dans le produit final. La composition d'un produit phytosanitaire détermine certaines propriétés de la substance active à savoir son efficacité, sa persistance et sa toxicité (ONUDI, 1992).

### I. 4. 3. Les formulations

Ce sont des combinaisons de divers composés visant à rendre le produit utilisable efficacement. C'est la forme sous laquelle le pesticide est commercialisé (FAO, 1990).

Il existe plus d'une cinquantaine de types de formulations qu'on désigne par un nom de code (Lebrun et al, 1991). On distingue les formulations « mouillées » (liquides) des formulations « sèches » (poudre, granules) (Codazzi, 1989). La formulation a pour objet de présenter la matière active sous forme facile à conserver, à manipuler, et aussi peu dangereux que possible (Lebrun et al, 1991).

**Tableau III** : Différentes formulations et les codes correspondants (Codazzi, 1989)

<b>Formulations « sèches »</b>	<b>Code</b>
poudres pour poudrage	DP
Granules	GR
poudre mouillables, solution dans l'eau	SP et SG
autres poudres mouillables	WP et WG
<b>Formulations « mouillées »</b>	
solutions concentrées	SL et EC
suspensions concentrées	SC
liquides pour application à très bas volume	UL et ULV

### I. 5. Mécanismes d'action des pesticides

Ces pesticides présentent diverses modes d'action sur les ennemis ciblés. Les pesticides peuvent pénétrer dans l'organisme par contact cutané, par ingestion et par inhalation. Les manifestations peuvent se limiter à des signes locaux : irritation cutané-muqueuses, réaction allergiques cutanées ou oculaires, vomissements, toux, gênes respiratoires ou bien traduire l'atteinte d'un ou plusieurs organes ou systèmes : foie, reins, système nerveux central, on parle alors d'effets systémiques (Ifen, 2002).

#### I. 5. 1. Cas des insecticides

Vis-à-vis des insectes, certains insecticides sont actifs suite à la pénétration par ingestion. Ces insecticides diffusent à partir du tube digestif. Les pyréthrinoïdes de synthèse pénètrent par contact et diffusent à travers la cuticule grâce à une liposolubilité importante. Par contre les organophosphorés pénètrent par inhalation (Simon, 1994). Cependant l'action biologique proprement dite est souvent due aux effets de ces produits sur le système nerveux dont

certaines bloquent la conduction de l'influx nerveux le long des axones (organochlorés et pyréthrinoides). (**Simon, 1994**). Les pyréthrinoides induisent un état de choc (paralyse) (**Diatta, 1997**). Les pyréthrinoides perturbent la conduction nerveuse en ralentissant la fermeture des canaux à sodium ( $\text{Na}^+$ ) (**Fournier, 1988**). C'est le cas de la deltaméthrine qui agit par perturbation de la conduction de l'influx nerveux le long des axones. Ils fonctionnent comme inhibiteurs de la cholinestérase en la bloquant sous une forme inactive, ce qui empêche la transmission de l'influx nerveux par accumulation de l'acétylcholine (**Diatta, 1997**). Cette accumulation de l'acétylcholine qui interfère avec les jonctions neuromusculaires entraîne une paralysie. C'est l'exemple du méthamidophos (organophosphoré) (**Moll et al, 2002 ; Shiffers, 1990**).

En plus de ce rôle spécifique sur le système nerveux, certains agissent sur la glycolyse ou la chaîne des transporteurs d'électrons.

Pour les plantes, les modes d'action sont différents. Les pyréthrinoides sont ici des insecticides de contact. Les insecticides systémiques (30 % des organophosphorés et 50 % des carbamates) pénètrent dans les plantes et sont transportés par la sève jusqu'aux organes.

Les insecticides systémiques n'exigent pas de transporteurs ultérieurs (**Simon, 1994**).

### **I. 5. 2. Cas des fongicides**

On appelle fongicides toutes les substances actives destinées à lutter contre les maladies des plantes provoquées par des champignons mais aussi par des bactéries, virus ou mycoplasme (**Fournier, 1988**). Les fongicides ont des modes d'action plus diversifiés que les herbicides et les insecticides. On distingue des fongicides qui agissent directement sur les parasites et des fongicides qui agissent indirectement par l'intermédiaire des plantes hôtes (**Diop, 2005**).

Parmi les fongicides à action directe, on distingue :

- Les fongicides multisites

Les fongicides multisites réagissent de manière non spécifique avec les constituants cellulaires. Ils provoquent une perturbation des membranes cellulaires, des processus respiratoires et de biosynthèse empêchant ainsi la formation de spores.

- Les fongicides unisites

Les fongicides unisites agissent sur un site bien déterminé dit primaire, à partir duquel une réaction en chaîne peut se déclencher entraînant de nombreuses perturbations du métabolisme. Ainsi nous avons des composés perturbant la respiration, d'autres agissent sur les membranes lipoprotéiques des cellules fongiques, d'autres perturbent la biosynthèse des parois. A côté de ces deux types, il existe des fongicides qui doivent impérativement passer par la plante hôte

pour être actif où ils stimulent la production de substances fongitoxiques par la plante à l'exemple de l'éthyle phosphite d'aluminium.

Notons que les fongicides dérivés de l'acide carbamique et dithiocarbamique sont respectivement des fongicides systémiques et de contact (**Fournier, 1988 ; Simon, 1994**).

### **I. 5. 3. Cas des herbicides**

Les herbicides constituent l'ensemble des pesticides utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes ou adventices. On distingue des herbicides de contact qui brûlent les plantes sur lesquelles ils sont appliqués et les herbicides qui perturbent une ou plusieurs fonctions physiologiques. C'est ainsi que certains herbicides ont une action principale sur la photosynthèse (urées substituées), d'autres entraînent la destruction des membranes cellulaires ou diminuent leur perméabilité (composés phénoliques), d'autres encore ont une action directe sur la croissance (carbamate), ou sur la synthèse des pigments (**Simon, 1994 ; Fournier, 1988**).

### **I. 6. Toxicité des pesticides**

Tous les pesticides sans exception sont dangereux (**Thiam, 2004**). En matière de toxicité c'est la dose qui fait le poison. Cependant, il est judicieux d'associer à cette notion dose celle de durée d'exposition de l'organisme vivant. Ainsi on distingue pour chaque substance :

- La dose journalière acceptable (DJA) c'est à dire la quantité de produit pouvant être quotidiennement absorbée au cours d'une vie d'homme sans manifestation d'effets secondaires. Elle s'exprime en mg/kg.
- La dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) : c'est la dose d'une substance provoquant la mort de 50% d'un lot d'animaux d'expérience. Elle s'exprime en mg/kg de poids vif
- La dose sans effet (DES) : c'est la dose la plus élevée d'un produit qui ne provoque aucun effet chez des animaux soumis à une expérimentation.
- La limite maximale de résidus (LMR) : c'est la concentration en résidus la plus élevée légalement acceptable pour que les denrées restent commercialisables. Elle s'exprime en mg/kg ou en ppm (**ACTA, 1990 ; Couteux et al, 2004**).

Ils existent pour chaque produit des LMR nationales et des LMR internationales qui sont utilisées lors des échanges internationaux de denrée. Les LMR sont fixées en tenant compte de la DJA, du panier de la ménagère et des résidus retrouvés dans les conditions de la bonne pratique agricole (**ACTA, 1990 ; FAO, 1990**).

Le danger d'intoxication augmente avec la durée pendant laquelle quelqu'un est exposé au produit. L'intoxication peut être aiguë ou chronique (**Codazzi, 1989**).

### **I. 6. 1. Toxicité aiguë**

La toxicité aiguë est celle qui entraîne la mort à court terme. La toxicité aiguë des substances chimiques est évaluée à l'aide d'une série de tests réglementaires réalisés sur des animaux de laboratoire. La notion retenue est celle de la dose létale 50 (DL<sub>50</sub>) correspondant à la quantité de matière active qui, administrée en une seule fois, par ingestion, inhalation ou par voie cutanée, entraîne la mort de 50 % des animaux traités.

Plus la DL<sub>50</sub> est basse, plus le produit est dangereux (ACTA, 2005). Elle est généralement d'habitude recherchée par voie orale mais peut l'être par voie dermique (Thiam, 2004). La DL<sub>50</sub> est exprimée en mg de substances actives par kg du corps de l'animale. On entend par DL<sub>50</sub> de 100 mg/kg que 100mg de substances actives d'un certain pesticide est nécessaire pour tuer la moitié d'un groupe de rat pesant chacun 1 kg. Si la DL<sub>50</sub> est de 200 mg/kg, on aura besoin alors 2 fois plus de pesticide pour tuer le même nombre de rats. Le produit est alors moins toxique. Moins la DL<sub>50</sub> est élevée, plus le pesticide est toxique. Pour évaluer la dose mortelle pour l'homme, il suffit de multiplier la DL<sub>50</sub> par le poids du corps en kg (Codazzi, 1989).

Exemple : du DL<sub>50</sub> de 100 mg/kg.

Pour un homme de 60 kg, la dose mortelle sera environ de  $60 \times 100 \text{ mg} = 6000 \text{ mg}$ .

Pour un enfant de 30 kg, 3 g suffisent à causer la mort (Codazzi, 1989).

### **I. 6. 2. Toxicité chronique**

La toxicité chronique (toxicité à long terme) est la résultante d'une absorption répétée soit de substances s'éliminant trop lentement de l'organisme (poison cumulatif) soit de substances dont les effets nocifs sont irréversibles et s'additionnent chaque fois malgré l'élimination. Parmi les pesticides cumulatifs, on peut citer les insecticides organochlorés. Selon leur spectre d'activité, les pesticides offrent des différences nettes de toxicité (Thiam, 2004). La toxicité à doses répétées d'une substance chimique est évaluée de façon normalisée par expérimentation sur des animaux de laboratoire. Le potentiel cancérigène ainsi que les effets sur la reproduction (étude sur la fertilité et sur le développement) sont ainsi évalués. Au terme de ces études, une dose sans effet observable (DES) peut être fixée. Elle correspond à la dose maximale n'entraînant d'effets adverses statistiquement significatifs par rapport au groupe témoin chez les espèces testées. Afin de transposer ces valeurs à l'homme des facteurs de sécurité sont appliqués aux valeurs obtenues expérimentalement, en divisant la DES, selon le cas, par 1 ou plusieurs facteurs 10. Pour des effets très sévères (les risques de cancers) on applique un facteur pouvant aller jusqu'à 1000. L'ensemble des tests réalisés permet de fixer la dose Journalière Admissible ou Acceptable (DJA) qui indique la quantité de produit qu'un

être humain peut ingérer quotidiennement pendant sa vie entière sans danger pour sa santé. Pour certains insecticides, la neurotoxicité est le mécanisme même de leur mode d'action sur les ravageurs (par exemple inhibition de l'activité cholinestérasique). Il s'agit d'effets neurotoxiques principalement dus aux organophosphorés et aux carbamates mais également aux organochlorés ou aux pyréthriinoïdes (**Ifen, 2002**). Les organophosphorés se dégradent assez rapidement dans l'environnement mais présentent des effets neurotoxiques sur les vertébrés (**Thiam, 2004**). Les pyréthriinoïdes sont des insecticides de synthèse très toxiques pour les organismes. Une pollution accidentelle des eaux ou des aliments par ces composés peut être dramatique. Les carbamates, très toxiques, sont utilisés comme insecticides et fongicides (**Kroll, 1994**).

### **I. 7. Persistance et bioaccumulation des pesticides**

Les pesticides persistants ne se transforment que très lentement en substances moins dangereuses. Ainsi les substances qui se dégradent difficilement s'accumulent dans le sol pour se retrouver dans la viande, le poisson ou le lait et en fin de compte toucher l'homme (**Codazzi, 1989**). La persistance (soit la rémanence) des pesticides dans la nature (sol, eau, graisse) varie d'un produit à l'autre (**Thiam, 2004**). La famille des organochlorés est connue d'être plus stable que les organophosphorés et les carbamates. Cette propriété engendre leur résistance très élevée (2 à 15 ans) dans l'environnement et leurs caractères bioaccumulatifs. Selon les travaux de CHASSARD (rapportés par **Diatta, 1997**), les insecticides organochlorés liposolubles s'accumulent dans les réserves adipeuses et organes riches en lipides (cerveau, le foie. Les insecticides organochlorés dans leur ensemble, persistent plusieurs années, jusqu'à la dizaine et plus (DDT). Les herbicides triazines peuvent persister de nombreux mois, parfois au-delà de l'année (**Thiam, 2004**). Les pesticides organophosphorés, bien qu'ayant un degré de persistance moindre que les organochlorés, peuvent cependant persister plusieurs années dans la nature. Ceci occasionne bien sûr certains problèmes de santé et de sécurité diverses. Par contre les organophosphorés (insecticides) bien qu'ils soient souvent plus dangereux, ont l'avantage de se dégrader rapidement en produits non toxiques, de plus ils ne présentent ni bioaccumulation ni amplification (**Seel, 1999**).

### **I. 8. Notion de résidus de pesticides**

Un résidu désigne « toute substance chimique qui persiste dans un milieu donné en quantité généralement très faible, après qu'elle-même ou d'autres composés lui donnant naissance aient été introduits volontairement ou non dans ledit milieu et dont la présence est de ce fait qualitativement ou quantitativement anormale ». L'origine des résidus dans les aliments de l'homme est variée. Les sources les plus fréquemment incriminées sont l'environnement, les

traitements agricoles et phytosanitaires, les traitements sanitaires et zootechniques et les industries alimentaires (Abiola, 2002).

### **I. 8. 1. Dangers des pesticides**

Tous les pesticides sans exception sont dangereux, ne jamais oublier cette règle surtout quand on travaille avec ces produits (Codazzi, 1989).

#### **I. 8. 1. 1 Dangers pour l'homme**

Les pesticides sont faits pour détruire les espèces indésirables mais atteignent aussi les espèces non visées et l'espèce humaine. L'atteinte de l'homme peut se faire de manière directe (les personnes professionnellement exposées) ou de manière indirecte par voie de la nourriture. Certains produits animaux ou végétaux couramment consommés sont bien connus pour contenir des résidus de pesticides (Seel, 1999). Les pesticides font actuellement l'objet de préoccupation mondiale. En effet le nombre de maladies et de décès liés aux pesticides ne cesse de croître. Actuellement, près de 75 000 0 personnes contractent, chaque année, une maladie chronique telles que les cancers suite à une exposition à des pesticides. Plus de 20000 décès accidentels et 3 millions d'empoisonnements liés aux pesticides sont annuellement recensés. De même une étude récente de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et des Nations Unies avait révélé une croissance de certaines maladies, chez les enfants, liée à l'exposition aux produits chimiques dangereux. Parmi ces maladies, l'étude a cité l'asthme, les malformations congénitales, anomalies comportementales, incapacité d'apprentissage, cancer, dysfonctionnement du système immunitaire, perturbation neurologiques et troubles de la reproduction. Bien que la part de l'Afrique dans la consommation mondiale de pesticides ne représente que 4 %, il n'en demeure pas moins qu'elle reste l'une des régions où les pesticides causent le plus de problèmes. Le Sénégal n'est pas épargné par les problèmes des intoxications liées aux pesticides. La base de données de PAN africa sur les intoxications liées aux pesticides contient plus de 500 cas d'intoxications (Diouf et al, 2007).

#### **I. 8. 1. 2. Danger pour l'environnement**

La contamination est la présence de résidus de pesticides dans l'environnement. La pollution désigne des concentrations plus massives mettant directement en danger l'environnement ou la santé publique. Les sources diffuses de la pollution par les pesticides peuvent provenir des trois milieux de l'environnement (sol, air, eau). L'utilisation de ces produits dans l'un des quelconques de ces milieux, aura nécessairement des effets sur les deux autres. La dispersion tout azimut des pesticides et la persistance de certains d'entre eux rendent encore plus grave le problème de toxicité de ses substances pour les organismes non ciblés. Beaucoup d'insectes ne causent pas de dégâts mais sont au contraire très utiles. C'est bien le cas des abeilles qui

produisent du miel et permettent la fécondation de certains végétaux, contribuant ainsi à une bonne récolte (Codazzi, 1989 ; Barriuso, 2004).

### **I. 9. Résistance aux pesticides**

Fréquemment, une souche résistante à un insecticide donné apparaît à la suite de nombreux traitements. Ces espèces génétiquement résistantes engendrent un pourcentage toujours plus élevé d'individus résistants à chaque fois qu'elles se reproduisent. C'est de cette manière que l'on voit se former des espèces totalement immunisées contre les pesticides existants. Par ailleurs, on entend par résistance la faculté qu'acquiert une souche d'insecte à tolérer une dose de substance toxique qui aurait provoqué un effet mortel sur la majorité des individus composants une population normale à la même espèce (Seel, 1999).

## **II. REGLEMENTATION DES PESTICIDES**

### **II. 1. Réglementation des pesticides au niveau international**

Les coûts élevés de l'usage non réglementé des pesticides sur la santé des populations et de l'environnement mondial ont fini par attirer l'attention du monde entier. C'est ainsi que plusieurs conventions au niveau international ont été signées dont :

- La convention de Rotterdam sur les PIC (Consentement Préalable donné en Connaissance de Cause) a été adoptée lors d'une réunion de plénipotentiaires à Rotterdam, aux Pays Bas, le 10 septembre 1988. La convention est entrée en vigueur le 24 février 2004 ;
- La convention de Bâle du 22 mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination. La convention est entrée en vigueur le 5 mai 1992 ;
- La convention de Bamako sur l'interdiction d'importer des déchets dangereux et le contrôle de leurs mouvements transfrontiers en Afrique, signée le 30 janvier 1991 et entrée en vigueur le 20 mars 1996 ;
- La convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants est un accord international visant à interdire certains produits polluants. La convention a été signée le 22 mai 2001. Elle est entrée en vigueur le 17 mars 2004.

L'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) a élaboré un code international de conduite pour la distribution et l'utilisation sans danger des pesticides. Ce code a été adopté par tous les pays membres en 1985 et amendé en 1989. Il a été également accompagné de plusieurs directives qui constituent un guide utile pour l'élaboration de réglementations adaptées à chaque pays (Diatta, 1997).

## **II. 2. Réglementation des pesticides au niveau sous-régional**

Les états membre du CILSS conscients des l'insuffisances sur la gestion des pesticides au Sahel, notamment par absence de législation phytosanitaire dans la majeure partie des pays du Sahel et souvent une non application de la législation phytosanitaire dans les pays qui en disposent, préoccupés des dangers liés à l'utilisation des pesticides, ont élaboré une réglementation commune sur l'homologation des pesticides. L'homologation des pesticides suppose toute une série de contrôle dont la plus importante est l'évaluation. Cette évaluation requiert la production par le fabricant des données scientifiques sur divers aspects de son produit, en particulier sur ses propriétés et son efficacité (**Diatta, 1997**).

## **II. 3. Réglementation des pesticides au Sénégal**

Pour la mise en œuvre des instruments internationaux relatifs aux pesticides, le Sénégal a ratifié toutes les conventions internationales relatives à la gestion des produits chimiques et a mis en place au plan institutionnel, les outils nécessaires à la bonne application de ces textes juridiques, notamment la commission nationale de gestion des produits chimiques. La convention de Stockholm a été ratifiée le 08 octobre 2003, celle de Rotterdam le 20 juillet 2001, celle de Bâle le 10 novembre 1992, celle de Bamako le 16 février 1994 et l'accord portant réglementation commune sur l'homologation des pesticides dans les pays du CILSS le 26 novembre 2002. Le Sénégal a également adopté le Code FAO, le Système Général Harmonisé de Classification et d'étiquetage des pesticides et participe aux travaux du Forum Intergouvernemental sur la Sécurité Chimique (IFCS). Cependant, la transcription des dispositions pertinentes de ces instruments internationaux n'est pas en phase avec les engagements auxquels, le pays a souscrit. Cela est la conséquence d'un déficit ou d'une stratégie de communication qui n'a pas encore atteint ses objectifs, concernant une catégorie de cibles importantes, à savoir les décideurs, d'une part et d'autre part à l'insuffisance de ressources pour l'opérationnalité de la Commission Nationale de Gestion des produits chimiques, qui est une proposition de textes législatifs et réglementaires.

L'arsenal juridique pour la gestion des pesticides au Sénégal est composé d'instruments internationaux, les instruments juridiques et les mécanismes non réglementaires pour la gestion des pesticides sont nombreux au Sénégal. Cependant, les textes dans leur ensemble (lois, décrets, conventions, arrêtés, normes) ne couvrent pas totalement la gestion des pesticides.

Le Sénégal a élaboré plusieurs textes législatifs et réglementaires nationaux concernant des pesticides parmi les quels :

- La loi N° 84-14 du 2 février 1984 dit en son article 2 que sont interdites la vente, la mise en vente, la distribution, même à titre gratuit, des spécialités agropharmaceutiques lorsqu'elles n'ont pas fait l'objet d'un agrément délivré pour une durée déterminée par Arrêté conjoint du Ministre chargé du Développement Rural et du Ministre chargé de la Santé Publique.
- Arrêt N° 005381 du 20 mai 1985 fixant la composition et les règles d'organisation de la Commission Nationale d'Agrément des spécialités agropharmaceutiques et des spécialités assimilées.
- Arrêté N° 010015/MDRH/MSPAS du 13 septembre 1990 portant autorisation pour une durée de deux ans, de la vente des spécialités agropharmaceutiques et des spécialités assimilées enregistrées au Sénégal avant le 25 février 1984.
- Arrêté N° 10390/MA/MSPAS du 2 décembre 1994 fixant le montant de la redevance relative à l'agrément des spécialités agropharmaceutiques et assimilées.
- Loi N° 84-14 du 2 février 1984 relative au contrôle des spécialités agropharmaceutiques et des spécialités assimilées.
- Le décret N° 84-503 du 2 mai 1984 portant application de la loi N° 84-14 du 2 février 1984 relative au contrôle des spécialités agropharmaceutiques et assimilées.
- L'arrêté N° 010777 du 4 août 1992 portant création d'une Intermédiaire de recette au Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique, relative au contrôle des spécialités agropharmaceutiques et assimilées.
- Arrêté N° 15850/MCLA du 18 novembre 1966 relatif au contrôle du conditionnement et de la commercialisation des produits maraîchers et horticoles.
- Décision N°000140/MEF/DTCP/DR du 11 janvier 1994 portant nomination de la régie de recette intitulée « Contrôle des Spécialités Agropharmaceutiques et des Spécialités Assimilées ».
- Décret 60-122 SG du 10 mars 1960 instituant un contrôle phytosanitaire au Sénégal.
- le nouveau code de l'environnement : la loi N° 2001-01 du 15 janvier 2001 portant code de l'environnement et de son décret d'application N° 2001-282, stipule en ses articles L44 à L 47 sur les modalités de gestion des produits chimiques et des ses articles L76 à L80 sur conditions de gestion de la pollution de l'air.
- Par ailleurs, tout établissement de fabrication, vente en gros ou vente au détail de spécialités agro-pharmaceutiques ou assimilées doit faire l'objet d'une autorisation conjointe des Ministres chargés du Développement Rural, de la Santé Publique, de l'Industrie et du Commerce (**Boye, 2002 ; Cissé et al, 2002 ; ISE, 1996**).

### **III. LES METHODES D'ANALYSE DES PESTICIDES**

Il existe différents procédés d'analyse des résidus de pesticides contenus dans les produits d'origine végétale dont les fruits et légumes.

#### **III. 1. La méthode titrimétrique**

La méthode titrimétrique rapportée par **Sidibé (2004)** consiste à doser la méthylamine en solution dans l'acide borique par de l'acide chlorhydrique. Elle détermine quantitativement le carbaryl en dosant l'azote total. L'inconvénient de cette méthode réside dans la possibilité d'interférence de tout produit susceptible de libérer une base volatile par hydrolyse basique.

#### **III. 2. La méthode spectroscopique**

Celle-ci regroupe les spectrophotométries de masse, d'absorption ultraviolette, infrarouge, visible, la colorimétrie et la fluorimétrie. Ces méthodes présentent un défaut de sensibilité et nécessitent une purification des extraits (**Mahuzier et al, 1990**).

#### **III. 3. La méthode enzymatique**

La méthode enzymatique rapportée par **Sidibé (2004)** consiste à inhiber les enzymes (cholinestérases). Elle se caractérise par sa grande précision sans pour autant être spécifique. Combinée avec la chromatographie sur couche mince (CCM), la méthode enzymatique permet une analyse simultanée de plusieurs pesticides, leur séparation et un isolement possible des anticholinestérasiques.

#### **III. 4. La méthode immunologique**

Le principe est basé sur le fait que lorsqu'un pesticide est couplé à une protéine porteuse appropriée, ce pesticide peut agir comme un antigène. La production d'anticorps sera proportionnelle à la concentration en pesticides. Elle est spécifique aux carbamates des fruits et légumes (**Antonio et al, 2001 ; Sow, 1987**).

#### **III. 5. Les méthodes chromatographiques**

Le but de toute chromatographie est la séparation des constituants d'un mélange. Trois méthodes sont utilisées pour l'analyse des pesticides : la chromatographie sur couche mince (CCM), la chromatographie liquide à haute performance (CLHP), la chromatographie en phase gazeuse (CPG).

##### **III. 5. 1. La chromatographie sur couche mince (CCM)**

L'originalité de la CCM tient au fait qu'elle se prête à la séparation de substances aussi différentes que les ions minéraux, les complexes organo-minéraux et les composés organiques. C'est une méthode simple, peu coûteuse, sensible et permet une identification rapide. Elle s'applique selon le procédé à des quantités allant du microgramme au gramme. Cette identification nécessite une substance témoin et plusieurs systèmes d'éluant. La

difficulté réside dans le choix adéquat du support, du solvant de séparation et du révélateur. (Mahuzier et al, 1990).

### III. 5. 2. La chromatographie liquide à haute performance (CLHP)

Elle se caractérise selon Diop (2005) par un pouvoir de séparation élevé, une spécificité et une très grande sensibilité. Elle a un vaste champ d'application analytique et permet notamment l'analyse des molécules non volatiles, thermosensibles, de polarité élevée.

Cette méthode est caractérisée par la grande diversité des phénomènes physiques qu'elle exploite tels que la partition, l'adsorption et l'exclusion diffusion.

A la température ordinaire, munie d'une colonne de particules 10 MUM et équipé d'un détecteur à IR. Cette méthode a permis la séparation des isomères de l'alléthrine, décaméthrine, de la cyperméthrine, de la phénothrine, de la tétraméthrine.

### III. 5. 3. La chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Selon Baldé (2006), la CPG doit sa généralisation au perfectionnement des détecteurs qui ont permis d'atteindre des seuils de sensibilité que seules les mesures de radioactivité pouvaient atteindre. Plusieurs systèmes de détections sont disponibles à nos jours et différents dans leurs principes, leur sensibilité, leur limite de détection, leur linéarité, leur sélection. Ainsi on distingue le :

- Catharomètre dont le principe repose sur la conductibilité thermique,
- Détecteur à ionisation de flamme qui est plus sensible en CPG (3 pg),
- Détecteur à capture d'électrons, sélectif et applicable aux composés électrophiles,
- Détecteur à photométrie de flamme spécifique aux soufre et phosphore.

## IV. ALTERNATIVE A LA LUTTE CHIMIQUE

Il faut prendre par alternative un système qui prend en compte l'ensemble des facteurs de productions (sol, eau, semences, produit de fertilisation et de protection des cultures) tout en visant l'optimum de productivité. Il ne s'agit pas de substituer un produit chimique à un produit naturel ou biologique (Thiam et al, 2005). Il existe d'autres méthodes de lutte contre les insectes principalement la lutte biologique (avec la lutte autocide et l'utilisation des hormones sexuelles) et la lutte intégrée (Kroll, 1994).

### IV. 1. Lutte biologique

En agriculture, la lutte biologique est une méthode de lutte contre les ravageurs ou une plante adventice au moyen d'organismes naturels antagonistes à ceux-ci, tels que les phytophages (dans le cas d'une plante adventice), des parasitoïdes (arthropodes), des prédateurs (nématodes, arthropodes, vertébrés, mollusques), des agents pathogènes (virus, bactéries, champignons), dans le cas d'un ravageur phytophage. Les auxiliaires qu'on cherche à utiliser

sont le plus souvent des insectes entomophages ou acariens entomophages ou parasites. Un prédateur bien connu est par exemple la coccinelle qui se nourrit de pucerons. Pour lutter contre la prolifération des anophèles, l'Institut Pasteur d'Algérie introduisit avec succès dans ce pays en 1926 un petit poisson du Texas, la gambouse (*Gambusia*) qui se nourrit des larves de moustique peuplant les eaux stagnantes. Il existe diverses formes de lutte biologique dont la lutte autocide qui fait appel à des mâles stériles, qui lâchés en grand nombre concurrencent les mâles sauvages et limitent très fortement la descendance des femelles ; la lutte biologique qui utilise des phéromones (hormones sexuelles) pour attirer les mâles dans les pièges ou tout simplement les désorienter par confusion. Cependant, l'utilisation de ces méthodes est encore limitée à cause des difficultés techniques qu'elle rencontre pour identifier les auxiliaires utiles qui soient spécifiques des objectifs de lutte et ensuite assurer leur production en masse pour permettre une mise en œuvre à grande échelle (**Wakes et al, 2008**).

#### **IV. 2. Lutte intégrée**

De plus en plus la lutte biologique entre dans un cadre plus large, la lutte intégrée qui associe tous les moyens de lutte disponibles, chimiques, biologiques, mécaniques, thermiques et qui vise non pas à éliminer totalement les ravageurs, mais à maintenir la population en dessous d'un seuil supportable économiquement parlant (**Wakes et al, 2008**). Le recours à la lutte intégrée qui fait une plus large place à l'utilisation des biopesticides, à l'étude de méthodes culturelles mieux adaptées et la multiplication de matériels végétaux résistants aux maladies, devrait, en principe, aboutir en un usage plus modéré et mieux ciblé des produits chimiques (**Boye, 2002**).

#### **IV. 3. Bonnes Pratiques Agricoles (BPA)**

Les Bonnes Pratiques Agricoles en matière d'utilisation des pesticides, représentent les modalités d'emploi sans danger de ces produits autorisés par l'état dans des conditions nécessaires pour lutter de manière efficace et fiable contre les ravageurs. Ces pratiques comprennent une gamme de niveaux d'emploi des pesticides qui ne doivent pas dépasser la dose la plus élevée autorisée, appliquée de manière à laisser un résidu qui soit le plus faible possible (**Mbodj, 2003**)

Les questions liées aux bonnes pratiques agricoles revêtent une importance capitale car elles conditionnent la maîtrise de la production et de la qualité phytosanitaire. Malheureusement, elles sont très peu connues des producteurs. En effet, le non respect des BPA peut entraîner des conséquences perverses (pertes d'efficacité, phénomènes de résistance, modification de l'équilibre de l'écosystème, dépassement des LMR, intoxication aigue ou chronique des opérateurs, contamination de l'environnement).

Les BPA ne se limitent pas seulement au respect d'une dose/ha de substance active et du délai avant récolte, mais elles renvoient aussi et également à :

- Un type de formulation, concentré émulsionnable (EC), poudre mouillable (WP), suspension concentré (SC) ;
- Un nombre d'applications déterminées ;
- Un intervalle entre les traitements à respecter ;

Les BPA définies par le fabricant du produit ne sont valables que pour une zone, un pays ou une région déterminée (**Samb, 2004**).

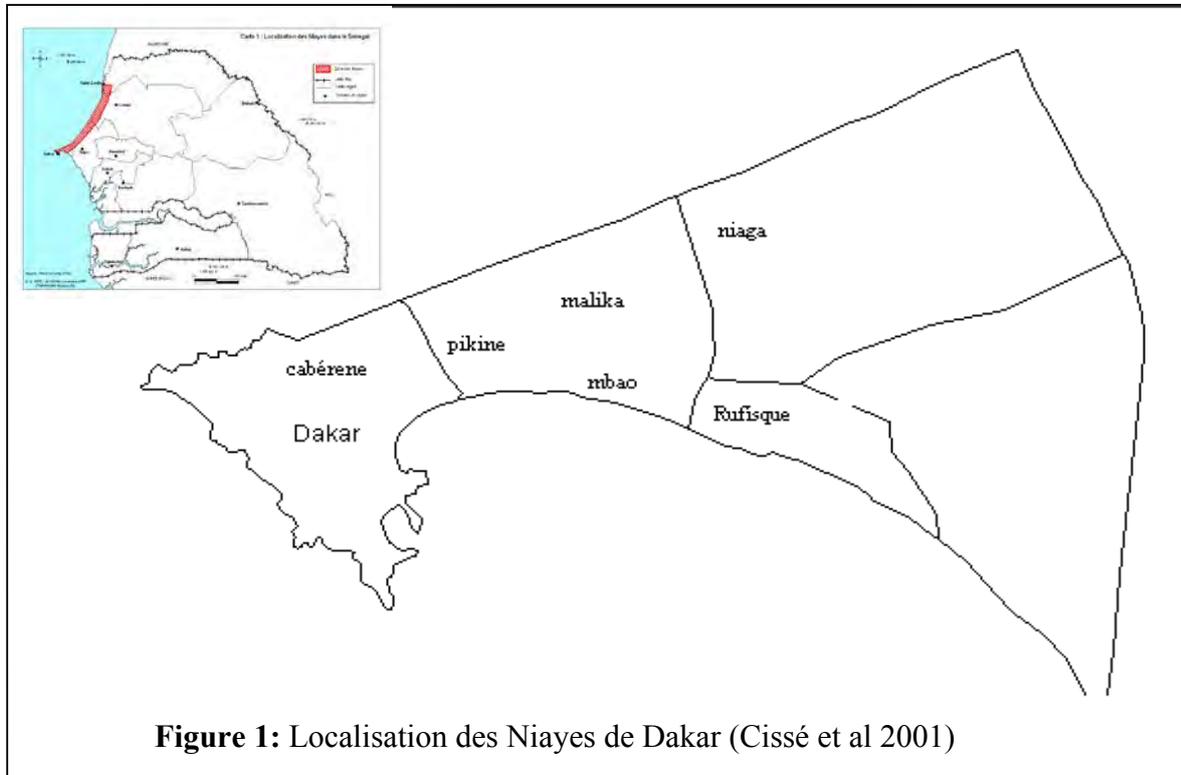
Dans la deuxième partie, nous parlerons de nos résultats expérimentaux.

## **DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION**

## V. MATERIEL ET METHODES

### V. I. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans les niayes de Dakar qui couvre administrativement quatre localités (Pikine, Thiaroye, Malika et Niaga) (Cissé et al, 2001).



**Figure 1:** Localisation des Niayes de Dakar (Cissé et al 2001)

Les Niayes de Dakar constituent un milieu assez original caractérisé par des dunes et par des dépressions souvent inondées par l'affleurement de la nappe phréatique et par un climat assez favorable. Ce milieu n'a manqué d'attirer la population et de donner également à la région toute sa vocation agricole (Fall et Fall, 2001).

Les Niayes de Dakar constituent la partie la plus évasée où la présence d'eau est plus permanente que dans le reste de la zone des Niayes septentrionales (vers Thiès et Saint-louis). L'eau affleure toute l'année occasionnant le développement d'une végétation luxuriante (Fall et Fall, 2001).

## V. 2. Matériels

### V. 2. 1. Matériel végétal

Ce matériel est composé de fruits et légumes prélevés dans les différentes zones d'étude.

L'échantillonnage a été fait à deux niveaux :

- au niveau du marché de Thiaroye (tableau IV) et
- au niveau des zones de production (Niayes) tableau V.

**Tableau IV** : échantillons prélevés dans le marché de Thiaroye

Site de prélèvement	Fruits et légumes	Noms scientifiques
Marché de Thiaroye	Aubergine amère	<i>Solanum aethiopicum L.</i>
	Betterave	<i>Beta vulgaris L.</i>
	Carotte	<i>Daucus carota L.</i>
	Chou pomme	<i>Brassica oleracea L.</i>
	Feuilles d'oignon	<i>Allium cepa L.</i>
	Navet	<i>Brassica napus L.</i>
	Piment	<i>Capsicum frutescens L.</i>
	Poireau	<i>Allium porum L.</i>
	Salade	<i>Lactuca sativa L.</i>
	Tomate	<i>Lycopersicon esculentum miller</i>

**Tableau V** : Fruits et légumes prélevés dans les Niayes de Pikine, Thiaroye, Malika et Niaga.

Sites de prélèvement	Fruits et légumes	Noms scientifiques
<b>Niayes de Pikine</b>	Aubergine amère	<i>Solanum aethiopicum L</i>
	Feuilles d'oignon	<i>Allium cepa L.</i>
	Piment	<i>Capsicum frutescens L.</i>
	Poivron	<i>Capsicum annuum L.</i>
	Salade	<i>Lactuca sativa L.</i>
	Tomate	<i>Lycopersicum esculentum miller</i>
<b>Niayes de Thiaroye</b>	Aubergine amère	<i>Solanum aethiopicum L.</i>
	Betterave	<i>Beta vulgaris L.</i>
	Chou pommé	<i>Brassica oleracea L.</i>
	Feuilles d'oignon	<i>Alium cepa L.</i>
	Salade	<i>Lactuca sativa L.</i>
	Tomate	<i>Lycopersicum esculentum miller</i>
<b>Niayes de Malika</b>	Chou pommé	<i>Brassica oleracea L.</i>
	Feuilles d'oignon	<i>Allium cepa L.</i>
	Navet	<i>Brassica napus L.</i>
	Piment	<i>Capsicum frutescens L.</i>
	Poireau	<i>Allium porum L.</i>
	Tomate	<i>Lycopersicum esculentum miller</i>
<b>Niayes de Niaga</b>	Aubergine amère	<i>Solanum aethiopicum L.</i>
	Chou pommé	<i>Brassica oleracea L.</i>
	Navet	<i>Brassica napus L.</i>
	Persil	<i>Petroselinum criapum L.</i>
	Piment	<i>Capsicum frutescens L.</i>
	Tomate	<i>Lycopersicum esculentum miller</i>

### **V. 2. 2. Matériels chimiques**

Pour l'extraction des résidus de pesticides, les solvants organiques utilisés sont :

- Méthanol 99,8% pour HPLC (PROLABO) ;
- Acétonitrile 99,8% pour HPLC (PROLABO) ;
- Acétate d'éthyle 99,8% pour HPLC (PROLABO) ;
- Acétone 99,8%% pour HPLC (PROLABO) ;
- Dichlorométhane pour HPLC (PROLABO) ;
- Solution d'acétate de plomb à 3 molécules d'eau (PROLABO) ;
- Hexane 95% (UV-IR-PAR) (PANREAC) ;
- Cristaux d'iode ;
- Eau distillée ;
- Eau de javel.

### **V. 2. 3. Appareillages**

Le matériel nécessaire à l'extraction des échantillons est composé d'un scalpel, moulin électrique de marque WARING, mortier et pilon en porcelaine marque AVIGNON, entonnoir en pyrex, erlenmeyer de 100 ml en pyrex, papier à filtre blanc PROLABO, balance de précision SARTORIUS, éprouvette graduée de 25 ml en pyrex, bécher de 100 ml en pyrex.

Le matériel utilisé pour la purification des extraits est composé d'une centrifugeuse de marque SIGMA 1K 15 équipé d'un rotor de 24 tubes (SIGMA), tube à centrifuger de 1,5 ml, tubes à essais de 5 ml, pipettes de 1 ml munies d'une poire, pipettes Pasteur, tubes à centrifuger de 5 ml et un évaporateur rotatif.

Le chromatographe utilisé est de type JASCO modèle 880-PU équipé de :

- Colonne LICHROSORB RP 18.10 contenant une phase stationnaire ou fixe ;
- Mélangeur automatique de type JASCO modèle 880-02 ;
- Système de contrôle associé à un clavier de type JASCO modèle 801-SC ;
- Détecteur UV/visible de type JASCO modèle 875-UV ;
- Intégrateur SPECTRAPHYSICS modèle 4270 ;
- Une vanne d'injection avec boucle d'injection de 20  $\mu$ L ;
- Un réservoir pour éluant et une pompe à débit constant réglable ;
- Une colonne de séparation contenant la phase stationnaire ou fixe ;
- Pompe JASCO modèle 880-PU.

Le matériel pour la CCM est composé :

- Plaques analytiques en silice sur support aluminium de dimension 20 / 20 cm de type K6 WATMAN
- Cuve chromatographique en verre (CHROMATANK) adaptée aux plaques et munie d'un couvercle étanche ;
- Séchoir électrique de puissance 400 watt type 162, code 209-220 volts ;
- Lampe UV de puissance 8 watt-365 nm et de 4 watt-254 nm modèle VL-4LC ;
- Graisse silicone Rhodosil R.70428 ;
- Micro seringue de 10 micro-litres (HAMILTON)

### **V. 3. Méthodologie d'étude**

#### **V. 3. 1. Enquêtes**

Une approche participative sous forme d'enquêtes a été réalisée au près des acteurs de la filière maraîchère dans la zone d'étude. Au total, 220 maraîchers ont été concernés par l'enquête effectuée à base d'un questionnaire élaboré de façon à recueillir le maximum d'informations concernant les différentes spéculations, les types de pesticides et leur mode d'usage en vue d'identifier théoriquement les risques pour la santé publique et le danger pour l'environnement.

#### **V. 3. 2. Echantillonnage**

Pour cette étude, l'échantillonnage a été effectué en fin hivernage 2007 (entre 5 et 30 novembre 2007), période pendant laquelle la première campagne horticole est en plein essor dans la zone. Les prélèvements ont été réalisés sur les produits horticoles en fonction des résultats d'enquêtes. Au total, 34 échantillons ont été prélevés et analysés. Pour mieux mesurer les risques sanitaires, l'échantillonnage de produits horticoles a été réalisé non pas seulement sur les spéculations les plus fréquentes juste après la récolte au niveau champs (Niayes) avec 24 échantillons en raison de 6 échantillons par localité, mais également sur des produits destinés aux consommateurs au niveau du marché de Thiaroye (10 échantillons) qui approvisionne pratiquement tous les autres marchés intérieurs de Dakar en fruits et légumes. Nous nous sommes basés sur la procédure d'échantillonnage et de prélèvement des denrées d'origine végétale et animale préconisée dans les normes AFNOR.

#### **V. 3. 3. Extraction et purification**

Les pratiques d'hygiène communément effectuées dans les ménages sénégalais ont été appliquées aux fruits et légumes prélevés au marché de Thiaroye pour mesurer leurs effets sur la contamination en résidus de pesticides dans ces produits horticoles destinés aux consommateurs. Ainsi, avant de procéder à l'extraction, chaque échantillon est divisé en trois

parties qui subissent des traitements différents. Une première partie non lavée, une deuxième lavée avec de l'eau distillée et une troisième lavée avec de l'eau javellisée, et ensuite nous passons à l'extraction.

#### **V. 3. 3. 1. Extraction**

L'extraction a été faite selon la méthode décrite par Ernest et al.1975 avec quelques modifications apportée par Traoré et Coly (**Coly, 2000**). En effet, nous avons procédé de la manière suivante :

- Découper chaque échantillon en petites pièces à l'aide d'un scalpel ;
- Pour chaque échantillon peser 25 g, 50 g ou 100 g à l'aide d'une balance de précision et effectuer à un broyage au moulin électrique ;
- Recueillir l'échantillon moulu, le placé dans un mortier en porcelaine et le broyer à l'aide d'un pilon en porcelaine jusqu'à ce qu'il soit complètement moulu ;
- Ajouter respectivement 25 ml, 50 ml ou 100 ml de méthanol ou de dichlorométhane et procéder à une macération de l'échantillon moulu pendant 3 mn à l'aide d'un pilon en porcelaine ;
- Laisser agir le solvant pendant 15 mn puis filtrer l'extrait à l'aide d'un entonnoir et d'un papier filtre et le récupérer dans un erlenmeyer ou bécher de 100 ml ;

Après cette étape, les extraits obtenus sont ensuite purifiés.

#### **V. 3. 3. 2. Purification**

La purification consiste à :

- faire évaporer jusqu'à sec le solvant d'extraction de chaque échantillon à l'aide d'un évaporateur rotatif et on récupère avec 3 ml de solvant ;
- Récupérer, à l'aide d'une pipette Pasteur, 1 ml du pré concentré de chaque échantillon dans un tube à essai de 5 ml ;
- Ajouter ensuite quelques 10 gouttes d'une solution d'acétate de plomb concentrée dans chaque tube à essais pour précipiter les caroténoïdes ;
- Attendre 10 mn puis récupérer le surnageant de chaque tube à essais et l'introduire dans un tube à centrifuger de 1,5 ml puis centrifuger à la vitesse de 4000 tours / minute pendant 10 mn et le mélange se divise alors en deux phases : une phase inférieure compacte et une phase supérieure claire qui est prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur et introduite dans un tube de 1,5 ml pour être analysée.

#### **V. 3. 4. Analyse des extraits purifiés**

Deux méthodes ont été utilisées pour analyser les extraits purifiés, il s'agit de l'analyse par chromatographie en phase liquide et par chromatographie sur couche mince.

### V. 3. 4. 1. Analyse par HPLC

#### V. 3. 4. 1. 1. Conditions de travail

Au cours de l'analyse par chromatographie en phase liquide, deux systèmes ont été utilisés :  
Un système éluant : acétonitrile/eau dans les proportions de 80/20 (v/v) lors de l'analyse des extraits et des standards de pesticides tels que le dicofol, le manèbe et le méhtamidophos et

Un système éluant : méthanol/eau dans les proportions 80/20 (v/v) lors de l'analyse des extraits et du standard deltaméthrine.

Durant toute l'analyse, ces systèmes ont été utilisés dans les conditions suivantes :

- débit 1,2 ml/minute ;
- pression 300 kg/cm<sup>2</sup> ;
- température ambiante ;
- range (sensibilité) 0,16 ;
- CS (charp speed) 0,5 mm/minute ;
- atténuation 2 ;
- longueur d'onde d'absorption du pesticide en cours d'analyse.

#### V. 3. 4. 1. 2. Détermination de la longueur d'onde des pesticides utilisés

Les longueurs d'ondes d'absorptions des standards des pesticides ont été obtenues par spectrophotométrie en ultraviolet et visible par balayage entre 200 et 800 nm grâce à un spectrophotomètre UV/visible de type JASCO modèle 7800.

**Tableau VI** : Standards des pesticides utilisés

Standards	Pourcentage de pureté	Longueur d'onde (nm)	Provenance
Deltaméthrine	98%	260	Dr. Ehrenstorfer
Dicofol	48%	245	SENCHEM
Manèbe	80%	260	SPIA
Métamidophos	60%	280	SENCHEM

### V. 3. 4. 1. 3. Etablissement des droites de calibration

**Tableau VII** : Solutions standard

Standards	Solvants utilisés	Concentration des solutions
Deltaméthrine	Acétone	43,48 ppb ; 22,79 ppb ; 11,39 ppb ; 1,13 ppb
Dicofol	Méthanol	24 ppm ; 6 ppm ; 3 ppm ; 1,5 ppm
Manébe	Méthanol	80 ppm ; 40 ppm ; 16 ppm ; 1 ppm ; 0,2 ppm
Méthamidophos	Méthanol	60 ppb ; 30 ppb ; 3 ppb ; 1,5 ppb

Pour tracer la droite de calibration de chaque standard de pesticide, des solutions de concentration différentes, pour chaque standard, ont été préparées (tableau VII). Ces solutions sont injectées par HPLC, l'analyse donne un chromatogramme dont le temps de rétention (RT) et la surface (S) du pic sont enregistrés. La droite S en fonction de C (la concentration des solutions standard) donne la droite de calibration pour chaque pesticide. L'équation de la droite est :  $S = f(C) + b$

Avec : S = surface du pic

C = concentration de la solution standard

b = constante

### V. 3. 4. 1. 4. Analyse proprement dite par HPLC

L'analyse des extraits de fruits et de légumes a été faite dans les mêmes conditions que les standards. Dans ce cas, l'identification des résidus de pesticides dans les l'extraits est faite par comparaison des temps de rétentions des extraits à ceux des standards. La teneur en résidus pesticides est déterminée à partir de l'équation de la droite de calibration du standard utilisé.

### **V. 3. 4. 2. Analyse par CCM**

Cette méthode d'analyse a été utilisée pour confirmer quelques résultats obtenus par HPLC et dont la teneur en résidus de pesticides est élevée. La réussite de la CCM dans l'analyse des résidus de pesticides dépend de la capacité du support à séparer les composés faisant l'objet de l'étude des substances étrangères. Les séparations sont fondées sur les interactions multiples entre les groupements fonctionnels du soluté et les sites actifs fixes, situés à la surface de la phase stationnaire ou absorbant (**Bassène, 2000**).

#### **V. 3. 4. 2. 1. Condition de travail**

Au cours de l'analyse par CCM, un système éluant Acétate d'éthyle/Hexane a été utilisé dans des proportions 50 / 20 (v / v). L'éluant est ensuite introduit dans la cuve chromatographique et on attend une vingtaine de minutes pour que l'atmosphère de la cuve soit saturée avant de procéder à l'analyse. Une plaque analytique a été également préparée. Pour cela, on délimite une marge de 2 cm du bord inférieur et supérieur de la plaque par deux lignes qui correspondent respectivement la ligne de base et la ligne frontale.

#### **V. 3. 4. 2. 2. Analyse proprement dite**

Une goutte de chaque standard de pesticide et chaque extrait à analyser est déposée à l'aide de la pipette sur la ligne de base de la plaque analytique.

La plaque est ensuite introduite dans la cuve chromatographique contenant l'éluant et dont l'atmosphère est saturée. Le solvant monte le long de la plaque par capillarité. Lorsque le solvant arrive au niveau de la ligne frontale (à 16 cm), la plaque est retirée de la cuve et le solvant s'évapore par séchage à l'aide d'un séchoir électrique. Pour la visualisation des différentes tâches, on commence par placer la plaque sous la lampe UV à 254 nm et à 365 nm. La plaque apparaît en vert fluorescent et les produits qui absorbent les UV apparaissent sous forme de taches sombres. La révélation des tâches s'effectue en introduisant la plaque dans une cuve dont l'atmosphère est saturée au préalable d'une vapeur de cristaux d'iode.

L'identification des résidus de pesticides dans les extraits est faite par comparaison des rapports frontaux (Rf) des extraits à ceux des standards.

$R_f = d / D$  avec : d = distance parcourue par le standard de pesticide ou par le résidu de pesticides dans l'extrait

D = distance parcourue par le solvant jusqu'à la ligne frontale.

## VI. RESULTATS ET DISCUSSION

### VI. 1. Résultats des enquêtes

**Tableau VIII : Fréquence des cultures pratiquées dans les Niayes de Dakar**

Spéculations	Pourcentage (%)				
	Malika	Niaga	Pikine	Thiaroye	Total
Salade ( <i>Lactuca sativa L.</i> )	3,2	1,4	21,2	18,2	11,8
Tomate ( <i>Lycopersicum esculentum L.</i> )	18,8	5,1	13,4	10,4	11,3
Aubergine ( <i>Solanum aethiopicum L.</i> )	3,2	1,8	16,1	14,4	9,4
Concombre ( <i>Cucumis sativus L.</i> )	0,6	4,6	7,8	3,5	4,4
Poivron ( <i>Capsicum annuum L.</i> )	0,6	12	11,1	2,6	7
Piment ( <i>Capsicum frutescens L.</i> )	9,1	12,8	1,8	2,6	6,4
Pomme de terre ( <i>Solanum tuberosum L.</i> )	0,6	0	0	0,5	0,2
Chou ( <i>brassica oleracea L.</i> )	9,1	20,2	7,8	13,1	12,9
Oignon ( <i>Allium cepa L.</i> )	20,1	0,9	13,4	11,7	10,9
Carotte ( <i>Daucus carota L.</i> )	0	0,5	3,2	0,5	1,1
Haricot vert ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	0	0	0	0,5	0,1
Courgette ( <i>Cucumis pepo L.</i> )	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Betterave ( <i>Beta vulgaris L.</i> )	1,3	0	0,9	2,5	1,2
Navet ( <i>Brassica napus L.</i> )	3,2	11,1	0	1,3	3,9
Bissap ( <i>Hibiscus sabdariffa L.</i> )	4,4	0,5	0,5	0,5	1,2
Gombo ( <i>Abelmoschus esculentum L.</i> )	1,9	0,9	0	0	0,6
Poireau ( <i>Allium porrum L.</i> )	18,2	0	0	2,5	4,2
Persil ( <i>Petroselinum criapum L.</i> )	0	27,2	0,9	0,5	7,6

La répartition des spéculations varie suivant les localités. Au total, la salade et le chou sont les spéculations les plus fréquentes avec un pourcentage respectif de 11,8 % et 12,9 %. Dans les Niayes de Malika il a été noté une forte présence de culture d'oignon (20,1%) ; de tomate (18,8 %) ; de poireau (18,2 %) ; de piment (9,1 %) ; de chou (9,1 %). A Niaga les cultures les plus fréquentes sont celles du persil (27,2 %) ; du chou (20,2 %) ; du piment (12,8 %) ; du poivron (12 %) et du navet (11,1 %). A Pikine, les maraîchers mettent l'accent sur la production de salade (21,2 %) ; d'aubergine ((16,1 %) ; de tomate (13,4 %) ; de poivron (11,1 %) et d'oignon (13,4 %). En fin la zone de Thiaroye est marquée par une forte production de

salade (18,2 %) ; d'aubergine (14,4 %) ; de chou (13,1 %) ; d'oignon (11,7 %) et de tomate (10,4 %).

**Tableau IX** : Les parasites retrouvés dans les Niayes de Dakar)

Parasites	Pourcentage (%)				
	Malika	Niaga	Pikine	Thiaroye	Total
Vers	30,5	16,3	22,6	20,6	21,2
Acariens ( <i>Aculops lycopersicae</i> )	3,4	0	2,6	2,8	2,1
Papillons	15,2	24,1	16,5	22,8	20,5
Mouche blanche ( <i>Pachnoda spp</i> )	0	5,4	2,6	9,9	5,4
Araignée rouge ( <i>Tetranychus urticae</i> )	1,7	0	0,9	1,4	0,9
Chenille ( <i>Spodoptera exigua</i> )	6,8	5,4	2,6	3,5	4,3
Nématodes ( <i>Meloidogyne spp.</i> )	28,8	27,2	32,2	22,1	27,1
Noctuelle ( <i>Heliothis armigera</i> )	1,7	0	0	0	0,2
Degne*	3,4	0	0	0	0,4
Rouille ( <i>Oecidium habunguense</i> )	1,7	0	0	0,7	0,4
Puceron ( <i>Myzus persicae</i> )	1,7	0	0	2,1	0,9
Thrips de l'oignon	0	0,7	2,6	1,4	1,3
Ngototes*		1,5	0	1,4	0,9
Mouche des fruits ( <i>Ceratitis capitata</i> )	5,1	19,4	17,4	11,3	14,4

Les enquêtes de terrain ont révélé l'existence de 14 espèces de ravageurs qui attaquent les cultures dans le milieu. Les parasites les plus fréquents sont les nématodes (27,1 %) ; les vers (21,2 %) ; les papillons (20,5 %) et la mouche des fruits (14,4 %).

**Tableau X** : Les pesticides les plus utilisés dans les Niayes de Dakar

Classe chimique	Nom commercial	Substance active	Malika	Niaga	Pikine	Thiaroye	Total
Organophosphorés	Systoate	Dimétoate	21,3	16,2	16,1	12,5	15,9
	Métophos	méthamidophos	16,0	26,6	9,9	14,4	15,7
	Tamaron	méthamidophos	10,7	18,8	5,2	4,8	9,2
	Malathion	Malathion	6,1	0,7	12,5	3,5	5,8
	Dursban	chlorpyriphos-éthyl	0,0	0,0	10,4	10,4	6,2
	Distar	méthamidophos	1,4	1,9	0,0	0,5	0,8
	Dimétox	Dimétoate	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1
	Mocap	Ethoprophos	0,7	1,3	0,0	0,5	0,6
Organochlorés	Keltane	dicofol	3,8	0,7	10,9	11,2	7,6
	Endosulfan	Endosulfan	0,7	0,0	0,0	0,5	0,3
	Thiofanex	Endosulfan	0,0	0,0	0,0	1,7	0,6
	Roky	Endosulfan	0,0	0,7	0,0	0,0	0,2
Carbamates	Lannate	méthomyl	12,3	10,4	15,1	1,3	9,2
	Manébe	Manébe	6,8	5,8	6,3	16,9	9,7
	Furadan	Carbofuran	4,5	4,5	0,0	1,3	2,3
Pyréthroïdes	Décis	deltaméthrine	7,7	3,9	8,4	4,8	6,1
Phényles pyrazoles	Adonis	Fipronil	1,4	0,7	0,0	0,0	2,8
Autres	-	-	0,7	3,3	1,0	1,0	6,9

L'analyse des résultats de l'enquête a permis de répertorier l'ensemble des produits phytosanitaires utilisés dans les Niayes de Dakar. En effet, une grande diversité de pesticides a été notée et toutes les classes chimiques (organophosphorés, organochlorés, carbamates et pyrèthroïdes) sont utilisées par les producteurs. Cependant, les pesticides organophosphorés sont les plus employés avec le Systoate (15,9 %), le Métophos (15,7 %), le Tamaron (9,2 %) et Malathion (5,8 %) ; suivi des carbamates avec Lannate (9,2 %) et Manébe (9,7 %) ; des pyrèthroïdes avec le Décis (6,1 %) ; et en fin les organochlorés avec le Keltane (7,6 %).

**Tableau XI** : Sources d’approvisionnement en pesticides

Sources d’approvisionnement	Pourcentage (%)				
	Malika	Niaga	Pikine	Thiaroye	Total
Grossistes	25,8	25	35,1	36,9	30,6
Détaillants	71	75	64,9	61,5	68,2
Autres	3,2	0	0	1,6	1,2

Les maraîchers de la zone des Niayes de Dakar s’approvisionnent en pesticides principalement au près des détaillants (68,2 %), au niveau des grossistes de la place tels que la SENCHIM et la SPIA (30,6 %). Les 1,2 % représentent des produits phytosanitaires dont ils ignorent la provenance.

**Tableau XII** : Le niveau d’instruction des producteurs en français

Niveau d’instruction en Français	Pourcentage (%)				
	Malika	Niaga	Pikine	Thiaroye	Total
Analphabètes	70,9	80	67,3	78,2	74,1
Niveau CEPE au moins	29,1	20	32,7	21,8	25,9

La majorité des producteurs dans les niayes n’a pas fréquenté l’école française (74,1 %). Les taux d’analphabétisme sont de 70,9 % à malika, 80 % à niaga, 67,3 % à Pikine et de 18,2 % à thiaroye. Néanmoins, une proportion non négligeable (25,9 %) de maraîchers ont au moins le niveau du CEPE (Certificat d’Etudes Primaires Elémentaires).

## **VI. 2. Résultats de l'analyse**

### **VI. 2. 1. Résultats de l'analyse par HPLC**

L'analyse par HPLC a permis de tracer les droites de calibration pour les différents pesticides étudiés et d'obtenir les chromatogrammes des solutions étalon et de tous les extraits purifiés.

#### **VI. 2. 1. 1. Les droites de calibration des standards de pesticide**

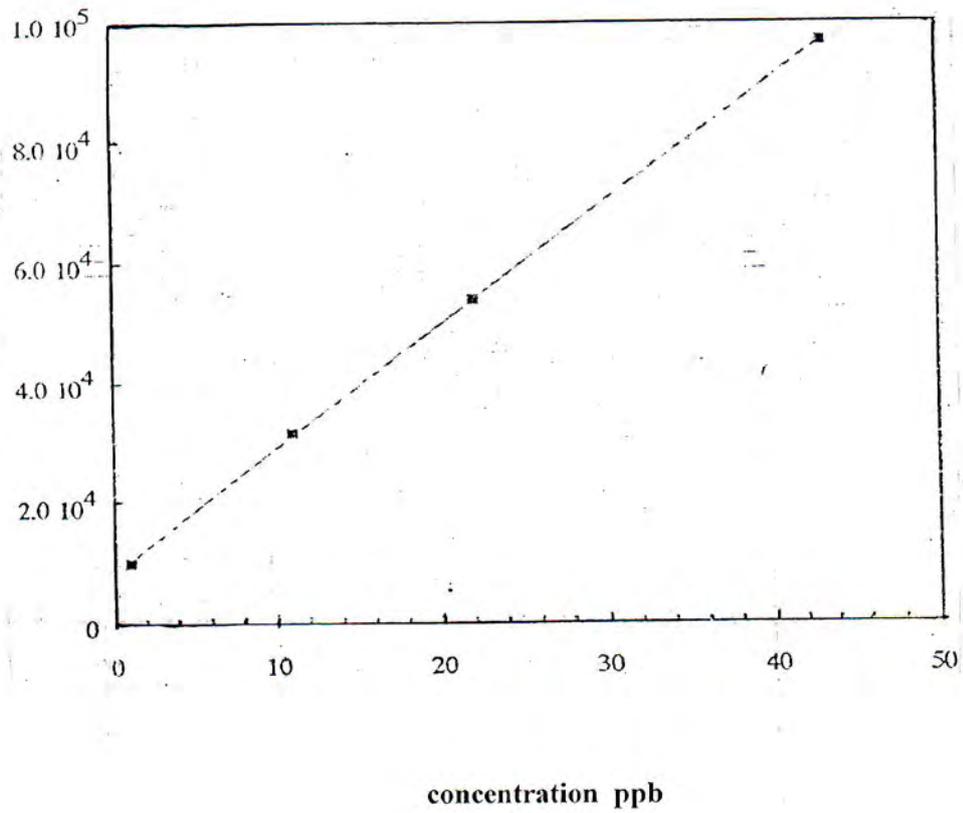
Les droites de calibration des standards de pesticide sont obtenues à partir des surfaces des pics en fonction de la concentration des solutions standard de pesticides.

Les droites représentées par les figures 2, 3, 4 et 5 sont respectivement la deltaméthrine, le dicofol, le méthamidophos et le manèbe.

Les équations des droites sont de type  $S = f(C) + b$ , de la forme  $y = a x + b$  où  $y = S$  ;  $x = C$  (mg/l).

$$Y = 8648,8 + 2055,1 X \quad R = 0,99995$$

Surfaces pics



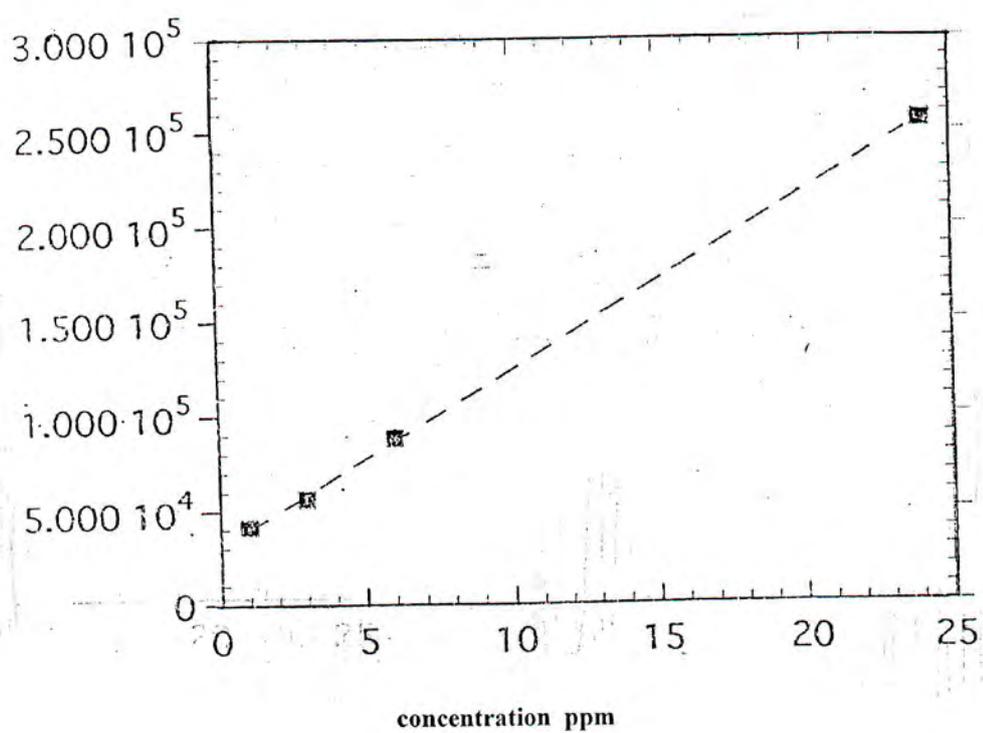
**Figure 2** : Droite de calibration de la Deltaméthrine

Longueur d'onde :  $\lambda = 260 \text{ nm}$

Solvant : acétone

$$Y = 30851 + 9350,4 X \quad R = 0.99983$$

Surfaces pics



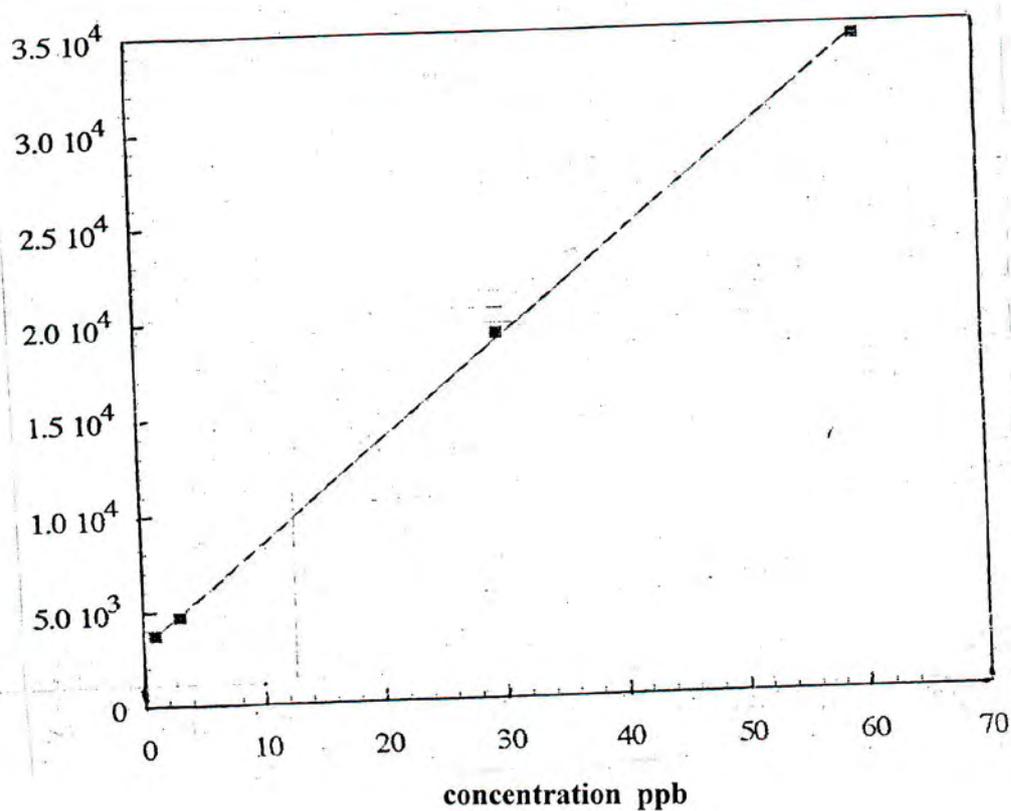
**Figure 3** : Droite de calibration du Dicofol

Longueur d'onde:  $\lambda = 245$  nm

Solvant : Méthanol

$$Y = 3215,8 + 521,41 X \quad R = 0.99991$$

Surfaces pics

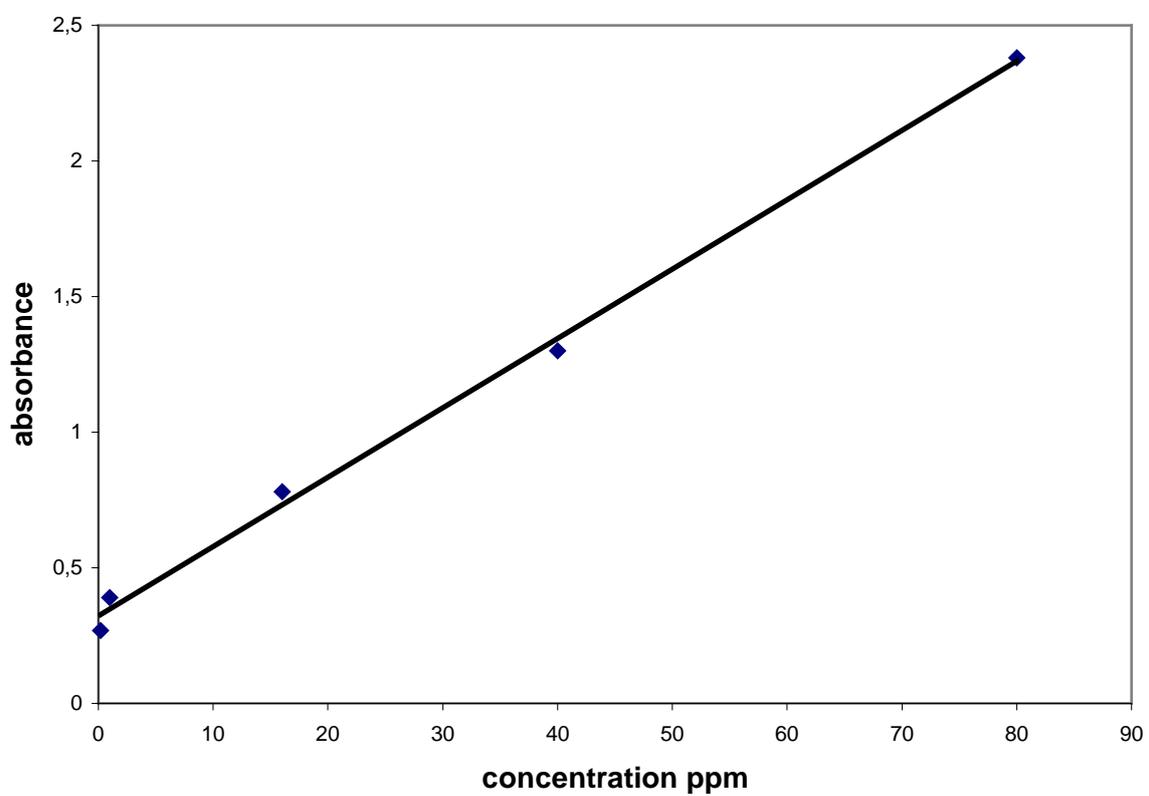


**Figure 4 :** Droite de calibration du méthamidophos

Longueur d'onde :  $\lambda = 280 \text{ nm}$

Solvant : Méthanol

$$Y = 0,0256x + 0,3218 \quad R = 0,9967$$



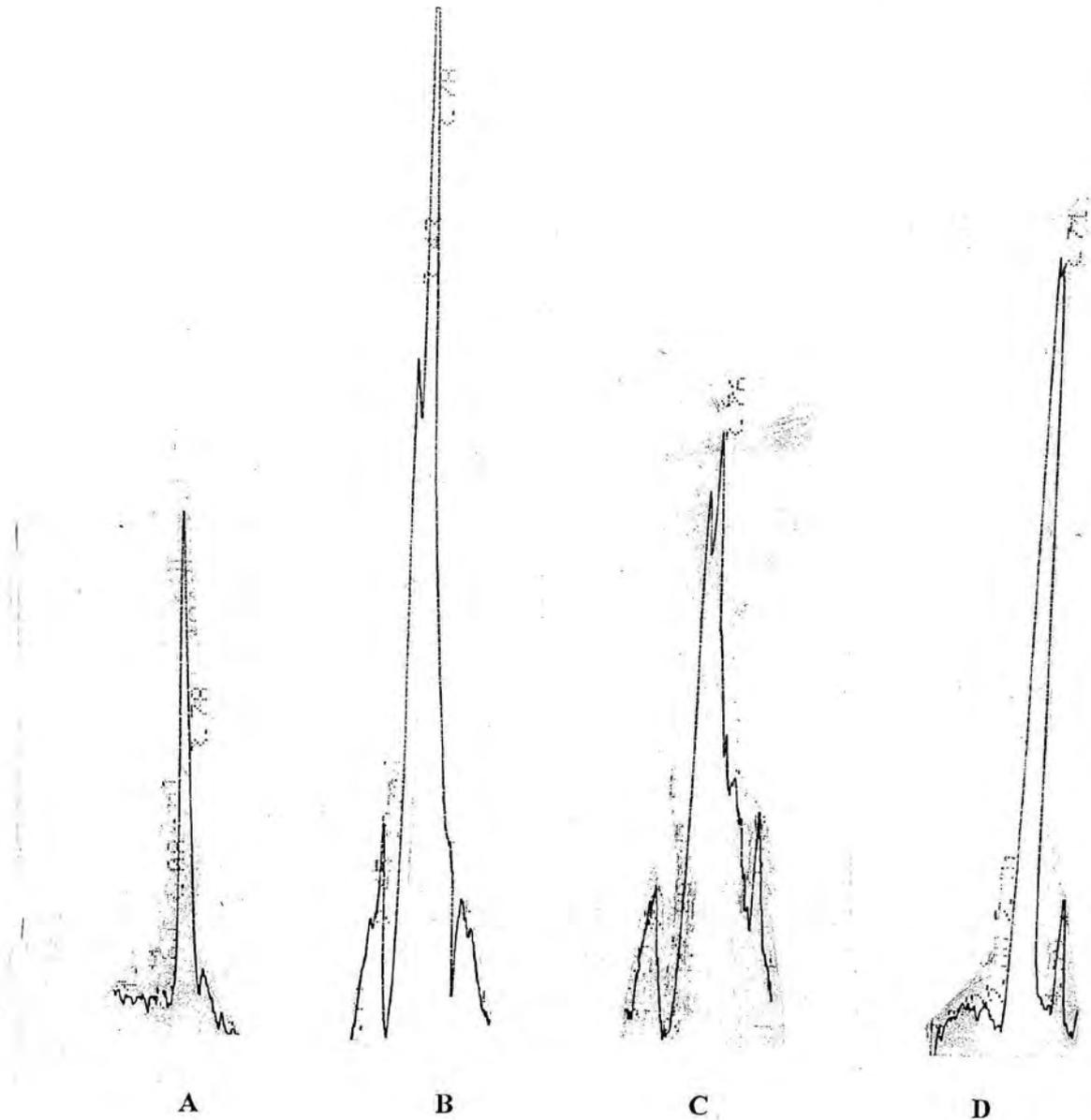
**Figure 5** : Droite de calibration de Manébe

Longueur d'onde :  $\lambda = 260 \text{ nm}$

Solvant : Méthanol

### VI. 2. 1. 2. Les chromatogrammes des étalons et de quelques extraits

Les figures 6 à 10 représentent les chromatogrammes d'étalon et d'extraits.



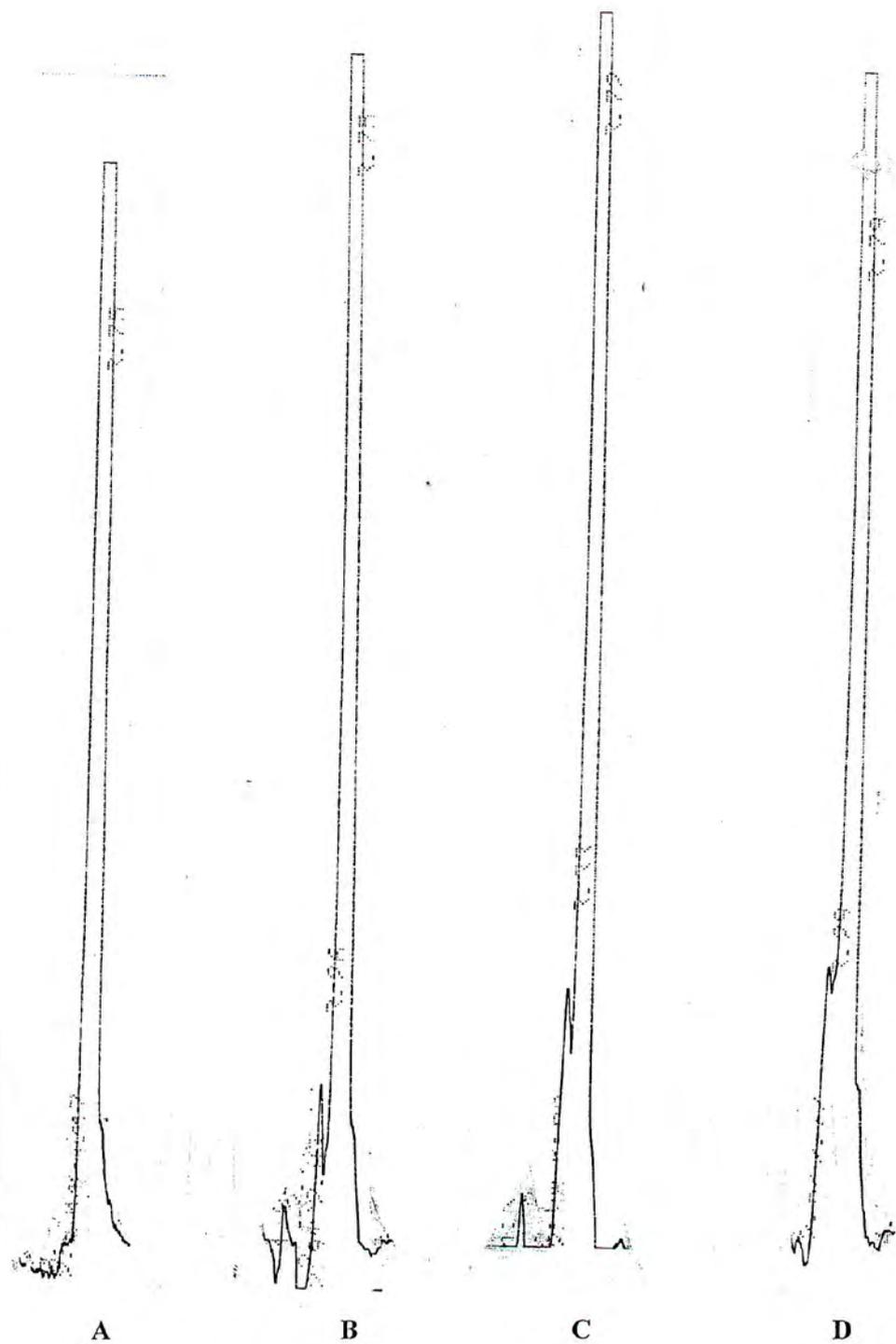
**Figure 6 :** Chromatogrammes (CPL) d'étalon de Deltaméthrine et d'extraits

A : solution étalon de Deltaméthrine

B : extrait d'échantillon de piment prélevé dans la zone de Pikine

C : extrait d'échantillon de feuilles d'oignon prélevé dans la zone de Malika

D : extrait d'échantillon de chou pommé prélevé dans la zone de Thiaroye.



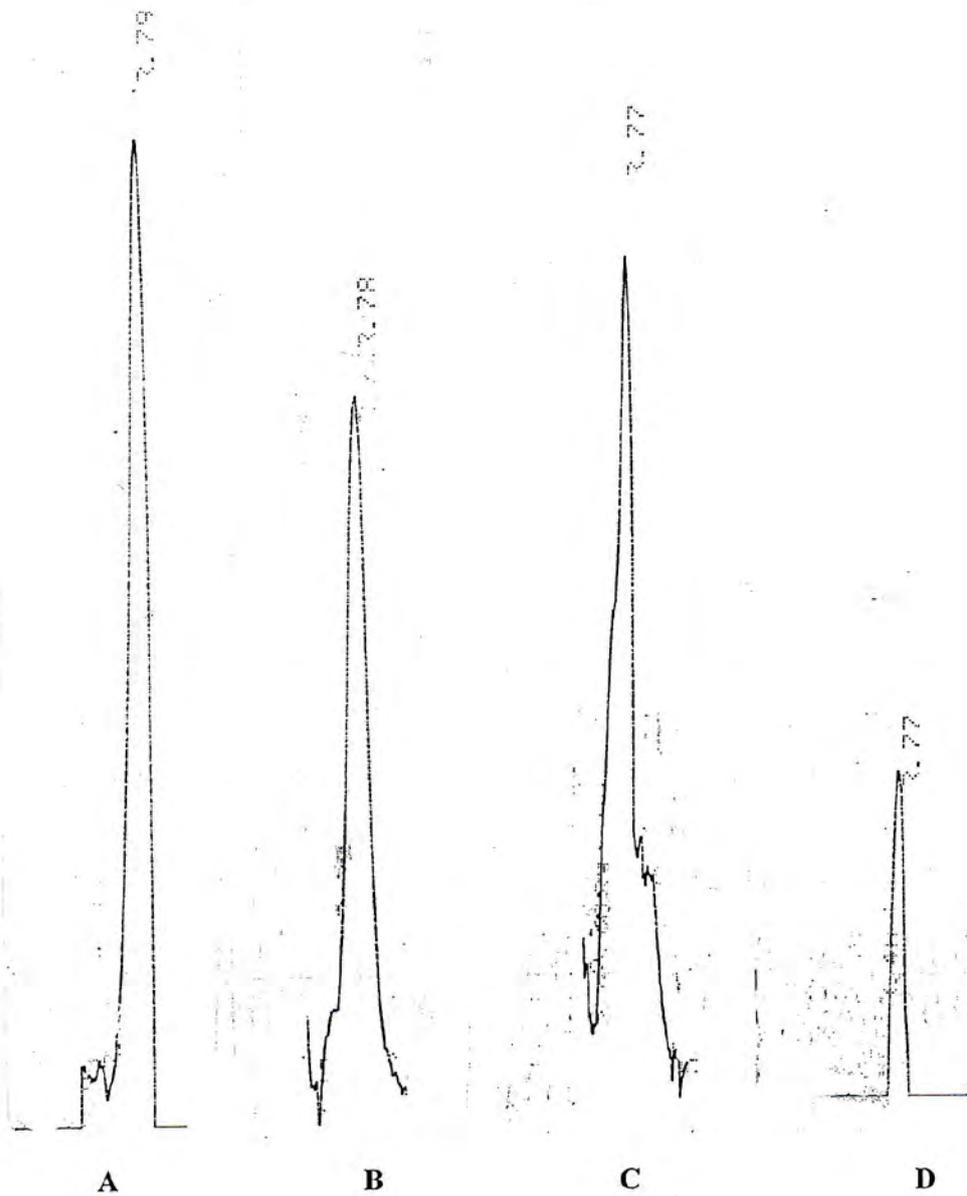
**Figure 7 :** Chromatogrammes (CPL) d'étalon de Dicofol et d'extraits

A : solution étalon de Dicofol

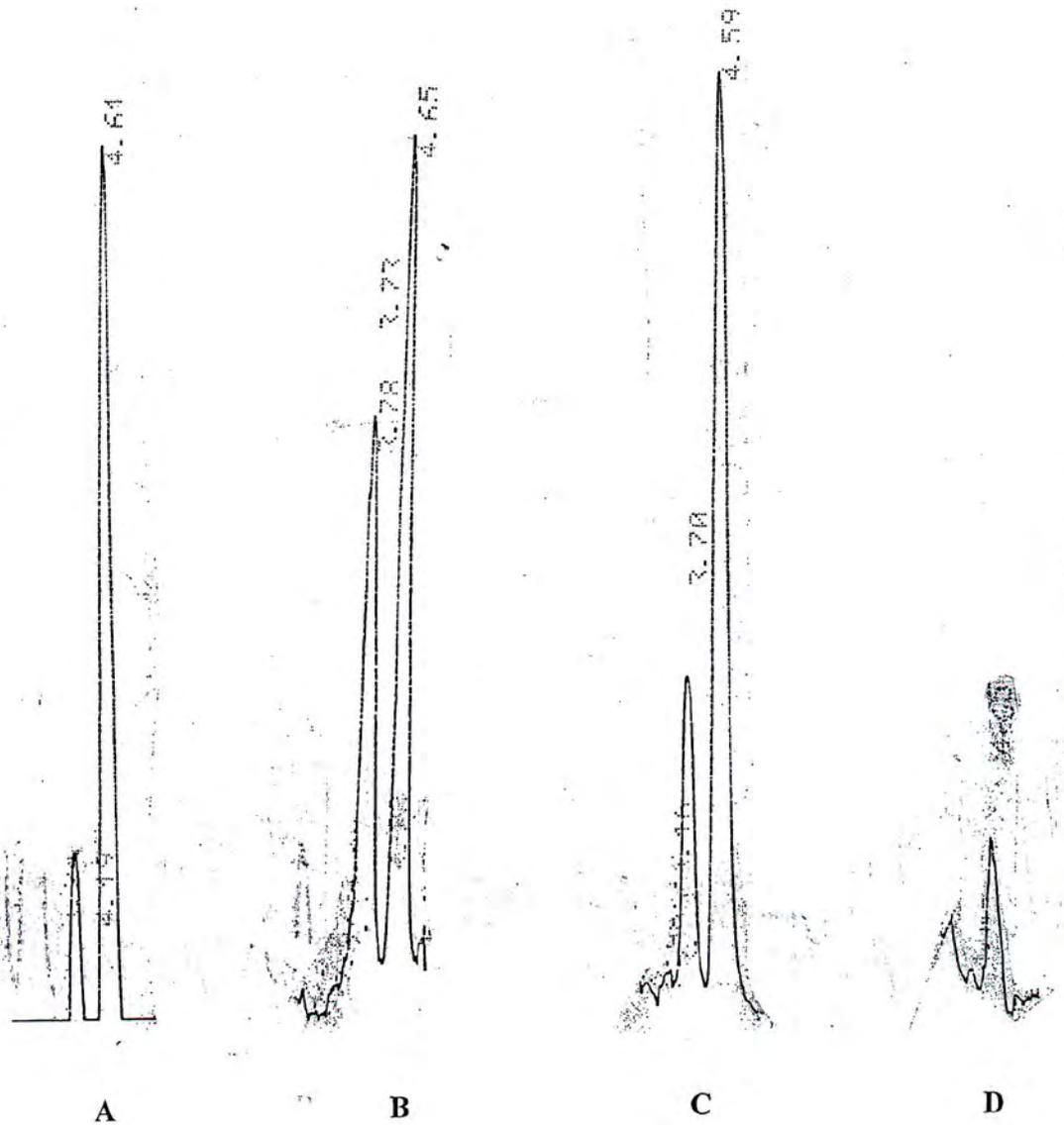
B : extrait d'échantillon de salade prélevé dans la zone de Thiaroye

C : extrait d'échantillon de salade prélevé dans la zone de Pikine

D : extrait d'échantillon de chou prélevé dans la zone de Niaga.



**Figure 8 :** Chromatogrammes (CPL) d'étalon de Méthamidophos et d'extraits  
 A : solution étalon de Méthamidophos  
 B : extrait d'échantillon prélevé de navet dans la zone de Niaga  
 C : extrait d'échantillon de chou pommé prélevé dans la zone de Malika  
 D : extrait d'échantillon de salade prélevé dans la zone de Thiaroye.



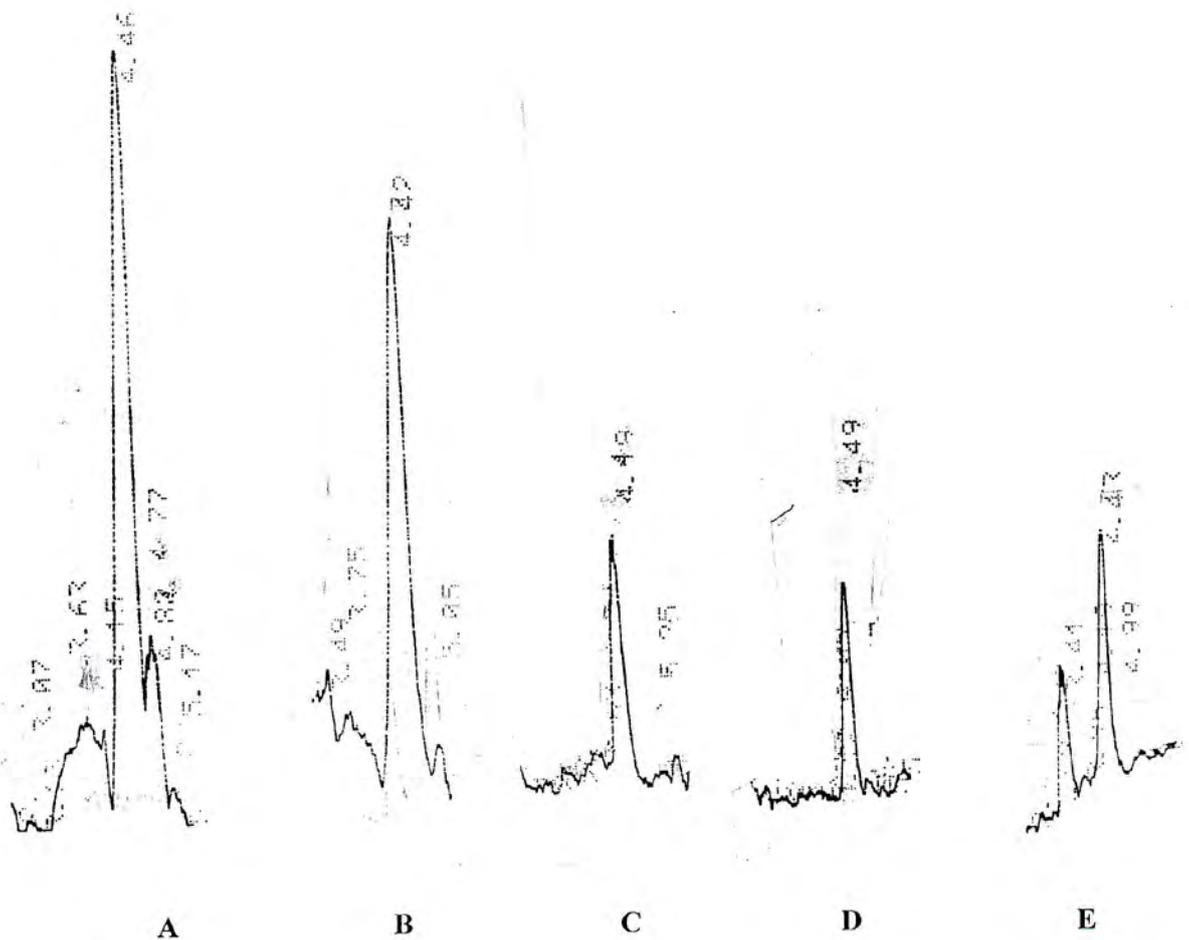
**Figure 9 :** Chromatogrammes (CPL) d'étalon de Manébe et d'extraits

A : solution étalon de Manébe

B : extrait d'échantillon d'aubergine prélevée dans la zone de Niaga

C : extrait d'échantillon de salade prélevée dans la zone de Thiaroye

D : extrait d'échantillon de feuilles d'oignon prélevé dans la zone de Malika.



**Figure 10** : Chromatogrammes (CPL) d'étalon de Manébe et d'extraits

A : solution étalon de Manébe

B : extrait d'échantillon de betterave prélevé au marché de Thiaroye

C : extrait d'échantillon de feuille d'oignon prélevé au marché de Thiaroye

D : extrait d'échantillon carotte prélevé au marché de Thiaroye

E : extrait d'échantillon de tomate prélevé au marché de Thiaroye

Les chromatogrammes des étalons de pesticide sont caractérisés par leur temps de rétention (figures 1 à 4) : Deltaméthrine (3,78) ; Dicofol (4,61) ; Métamidophos (3,79) ; Manébe (4,46).

L'identification des résidus des pesticides a été faite par comparaison des temps de rétention des standards à ceux des extraits.

Les équations des droites de calibration des standards de pesticide ont permis la détermination des teneurs en résidus de pesticides dans les extraits de fruits et légumes analysés par HPLC.

#### **VI. 2. 1. 3. Résidus de pesticides détectés des échantillons prélevés aux champs**

Les tableaux XIII, XIV et XV représentent des teneurs en résidus de deltaméthrine, de dicofol, de méthamidophos et de manébe détectés dans les échantillons de fruits et légumes prélevés dans les Niayes de Dakar.

**Tableau XIII** : Teneurs en résidus de pesticide détecté dans les fruits et légumes des Niayes de Pikine

FRUITS ET LEGUMES ANALYSES	TENEURS EN RESIDUS (mg/kg)				LMR (mg/kg)			
	Del	Dico	Métha	Man	Del	Dico	Métha	Man
Aubergine amère	nd	<u>0,04</u>	<u>0,05</u>	1,74	0,3	0,02	0,01	2,00
Feuille oignon	0,03	<u>0,07</u>	<u>0,02</u>	<u>2,04</u>	0,1	0,02	0,01	0,5
Piment*	<u>0,21</u>	nd	0,01	1,06	0,2	0,02	0,01	2,00
Poivron	0,05	nd	<u>0,11</u>	nd	0,2	0,02	0,01	2,00
salade	0,13	<u>0,09</u>	<u>0,02</u>	<u>9,02</u>	0,5	0,02	0,01	5,00
Tomate	nd	<u>1,03</u>	nd	<u>5,62</u>	0,3	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

Tous les pesticides ciblés (Deltaméthrine, Dicofol, Méthamidophos et Manébe) sont retrouvés dans les échantillons prélevés dans la zone de Pikine. Pour 6 échantillons de fruits et légumes analysés certains contiennent des résidus de pesticide dont les teneurs sont supérieures aux limites maximales admises (LMRs).

- Seul l'échantillon de piment a montré un taux de résidus (0,21 mg/kg) de Deltaméthrine supérieures à la LMR (0,2mg/kg) ;
- La tomate a montré des résidus en dicofol (1,03 mg/kg) qui dépasse la norme (1,00 mg/kg).
- Les échantillons d'aubergine amère, de feuilles d'oignon, et de salade ont montré respectivement des teneurs en dicofol de 0,04 mg/kg, 0,07 mg/kg et 0,09 mg/kg supérieures à la LMR (0,02 mg/kg). En plus du poivron (0,11mg/kg), ces échantillons ont révélé aussi des teneurs en méthamidophos (de 0,05 ; 0,02 ; 0,02 mg/kg respectivement) supérieures à la LMR (0,01 mg/kg).
- Les teneurs en résidus de manébe dans les feuilles d'oignons (2,04 mg/kg), la salade (9,02 mg/kg) et la tomate (5,62 mg/kg) restent supérieures aux LMR qui sont de 0,50 ; 5,00 et 3,00 mg/kg respectivement.

**Tableau XIV** : Teneurs en résidus de pesticide détectés dans fruits et légumes des Niayes de Thiaroye

FRUITS ET LEGUMES ANALYSES	TENEURS EN RESIDUS (mg/kg)				LMR (mg/kg)			
	Del	Dico	Métha	Man	Del	Dico	Métha	Man
Aubergine amère	0,02	0,01	<u>0,06</u>	<u>3,63</u>	0,3	0,02	0,01	2,00
Betterave	nd	nd	<u>0,03</u>	0,02	0,05	0,02	0,01	0,05
Chou pommé*	<u>0,2</u>	<u>0,04</u>	nd	<u>5,12</u>	0,1	0,02	0,01	1,00
Feuille oignon	0,02	<u>0,03</u>	<u>0,02</u>	<u>1,04</u>	0,1	0,02	0,01	0,5
salade	0,01	<u>0,07</u>	<u>0,14</u>	<u>9,10</u>	0,5	0,02	0,01	5,00
Tomate	0,07	0,34	<u>0,06</u>	2,60	0,3	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

A Thiaroye, les échantillons analysés révèlent également la présence de résidus de pesticides cibles :

- L'échantillon de chou a montré une teneur en Deltaméthrine (0,2 mg/kg) qui dépasse la LMR (0,1 mg/kg) ;

- Les échantillons de chou, de feuilles d'oignon et de salade ont montré des teneurs en dicofol respectives de 0,04 ; 0,03 et 0,07 mg/kg qui dépassent la LMR (0,02 mg/kg).

- A l'exception du chou, les autres échantillons ont montré des teneurs en méthamidophos supérieures à la norme (0,01 mg/kg) avec l'aubergine amère (0,06 mg/kg), la betterave (0,03 mg/kg), les feuilles d'oignon (0,02 mg/kg), la salade (0,14 mg/kg) et la tomate (0,06 mg/kg).

- Quatre échantillons ont montré des teneurs en manébe supérieures aux LMRs correspondant dont :

. L'échantillon d'aubergine amère avec une teneur de 3,63 mg/kg supérieure à la LMR (2,00 mg/kg) ;

. L'échantillon de chou avec la teneur en résidus de 5,12 mg/kg supérieure à la LMR (1,00 mg/kg) ;

. Les feuilles d'oignon avec 1,04 mg/kg de résidus supérieurs à la LMR (0,5 mg/kg) et la salade avec 9,10 mg/kg de résidus en manébe supérieurs à la LMR qui est 5,00 mg/kg.

**Tableau XV** : Teneurs en résidus de pesticide détectés dans les fruits et légumes des Niayes de Malika

FRUITS ET LEGUMES ANALYSES	TENEURS EN RESIDUS (mg/kg)				LMR (mg/kg)			
	Del	Dico	Métha	Man	Del	Dico	Méta	Man
Chou pommé*	<u>0,20</u>	0,02	<u>0,12</u>	<u>5,11</u>	0,1	0,02	0,01	1,00
Feuille oignon	<u>0,13</u>	<u>0,03</u>	<u>0,07</u>	<u>5,02</u>	0,1	0,02	0,01	0,5
Navet	0,01	<u>0,06</u>	<u>0,03</u>	0,04	0,05	0,02	0,01	0,05
Piment	nd	0,01	nd	nd	0,2	0,02	0,01	2,00
Poireau	0,07	<u>0,04</u>	<u>0,09</u>	2,01	0,2	0,02	0,01	3,00
Tomate	0,06	0,4	<u>0,02</u>	0,1	0,3	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

A Malika, l'analyse des échantillons a aussi montré la présence de ces pesticides cibles dans les fruits et légumes avec :

- Deux échantillons de chou (0,20 mg/kg) et feuille d'oignon (0,13 g/kg) ont montré des teneurs en Deltaméthrine dépassant la LMR (0,1 mg/kg).
- Pour le Dicofol, Trois échantillons dont les feuilles d'oignon (0,03 mg/kg), le navet (0,06 mg/kg), et le poireau (0,04 mg/kg) ont montré des teneurs qui dépassent la LMR (0,02 mg/kg).
- Pour le Méthamidophos, tous les échantillons (chou, feuilles d'oignon, navet, poireau et tomate) contiennent des teneurs respectives de 0,12 ; 0,07 ; 0,03 ; 0,09 et 0,02 mg/kg qui dépassent la LMR (0,01 mg/kg) sauf l'échantillon de piment pour lequel le Méthamidophos n'a pas été détecté (nd).
- Le chou (5,11 mg/kg) et les feuilles d'oignon (5,02 mg/kg) ont révélé aussi des résidus en manèbe dont les teneurs sont supérieures au LMRs qui sont respectivement de 1,00 et 0,5 mg/kg.

**Tableau XVI** : Teneurs en résidus de pesticide détectés dans les fruits et légumes des Niayes de Niaga

FRUITS ET LEGUMES ANALYSES	TENEURS EN RESIDUS (mg/kg)				LMR (mg/kg)			
	Del	Dico	Métha	Man	Del	Dico	Méta	Man
Aubergine amère	nd	0,01	<u>0,03</u>	<u>3,80</u>	0,3	0,02	0,01	2,00
Chou pommé*	0,09	<u>0,07</u>	<u>0,06</u>	0,01	0,1	0,02	0,01	1,00
Navet	0,04	<u>0,04</u>	<u>0,13</u>	0,03	0,05	0,02	0,01	0,05
Persil	nd	nd	<u>0,01</u>	nd	0,5	0,02	0,01	5,00
piment	0,10	nd	<u>0,06</u>	<u>2,62</u>	0,2	0,02	0,01	2,00
Tomate	0,12	0,82	<u>0,02</u>	2,71	0,3	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

Des résidus en deltaméthrine, dicofol, méthamidophos et en manébe ont été détectés dans les fruits et légumes prélevés à Niaga.

- A part l'échantillon de l'aubergine amère et du persil où la deltaméthrine n'a pas été détectée, les autres échantillons ont montré des teneurs inférieures aux LMRs.

- Les teneurs en résidus de dicofol dans le chou (0,07 mg/kg), et dans le navet (0,04 mg/kg) ont dépassé la LMR qui est de 0,02 mg/kg. L'aubergine et la tomate ont montré des résidus inférieures à 0,02 mg/kg. Le persil et le piment n'ont pas montré de résidus en dicofol.

- La totalité des échantillons ont montré des teneurs en résidus de méthamidophos supérieures à la LMR (0,01 mg/kg) avec l'aubergine amère (0,03 mg/kg), le chou (0,06 mg/kg), le navet (0,13 mg/kg), le persil (0,01 mg/kg) et la tomate (0,02 mg/kg).

- Pour le manébe, l'aubergine amère a montré une teneur en résidus de 3,80 mg/kg supérieure à la LMR (2,00 mg/kg) et le piment une teneur de 2,62 mg/kg supérieure à 2,00mg/kg (la LMR). Le chou, le navet et la tomate ont montré des résidus de teneurs inférieures aux LMRs.

Des résidus de manébe n'ont pas été détectés dans le persil.

#### VI. 2. 1. 4. Résidus de pesticides des échantillons prélevés au marché de Thiaroye

**Tableau XVII** : Teneurs en résidus de pesticide dans les fruits et légumes prélevés au marché de Thiaroye (échantillons non lavés)

Fruits et légumes	Concentration moyenne en mg/kg				LMR en mg/kg			
	Delta	Dico	Métha	Man	Delta	Dico	Métha	Man
Aubergine amère	0,001	0,001	0,003	0,74	0,3	0,02	0,01	2,00
Betterave*	0,002	0,002	<u>0,013</u>	<u>0,85</u>	0,05	0,02	0,01	0,05
Carotte	0,002	0,001	0,002	<u>0,68</u>	0,05	0,02	0,01	0,2
Chou pommé	0,004	<u>0,030</u>	<u>0,014</u>	0,55	0,1	0,02	0,01	1,00
Feuille oignon	0,030	0,010	<u>0,017</u>	0,48	0,1	0,02	0,01	0,5
Navet	0,001	0,001	0,002	<u>0,56</u>	0,05	0,02	0,01	0,05
Piment	0,004	0,004	0,002	1,69	0,2	0,02	0,01	2,00
Poivron	0,004	nd	0,004	1,70	0,2	0,02	0,01	2,00
Salade	0,001	0,01	0,003	3,07	0,5	0,02	0,01	5,00
Tomate*	0,01	nd	0,010	2,20	0,3	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

Les résidus de tous les pesticides étudiés ont été détectés dans les échantillons de fruits et légumes non lavés.

- tous échantillons ont montré des résidus en deltaméthrine avec des teneurs inférieures aux LMRs.

- seul le chou a montré une teneur en résidus de dicofol (0,030 mg/kg) supérieur à la LMR (0,02mg/kg). Les autres échantillons ont montré des résidus en dicofol inférieurs à (0,02mg/kg) par contre des résidus en dicofol non pas été détectés dans la tomate.

- la betterave (0,013 mg/kg), le chou (0,014 mg/kg), et les feuilles d'oignon (0,017 mg/kg) ont montré des teneurs en méthamidophos supérieures à la LMR alors que pour le reste des échantillons les teneurs détectées sont inférieures à la LMR (0,01 mg/kg).

- la betterave 0,85 mg/kg), la carotte (0,68 mg/kg) et le navet (0,56 mg/kg) ont montré des teneurs en résidus de manébe supérieures aux LMRs qui sont de 0,05 mg/kg pour la betterave et le navet et de 0,2 mg/kg pour la carotte.

**Tableau XVIII** : Teneurs en résidus de pesticides détectés dans les fruits et légumes prélevés au marché de Thiaroye (échantillons lavés à l'eau distillée)

Fruits et légumes	Concentration moyenne en mg/kg				LMR en mg/kg			
	Delta	Dico	Métha	Man	Delta	Dico	Méta	Man
Aubergine amère	0,003	0,003	0,004	1,252	0,3	0,02	0,01	2,00
Betterave	0,002	0,002	0,003	<u>0,094</u>	0,05	0,02	0,01	0,05
Carotte	0,001	0,001	0,002	0,11	0,05	0,02	0,01	0,2
Chou pommé	0,001	0,004	0,006	<u>1,07</u>	0,1	0,02	0,01	1,00
Feuille oignon*	0,006	0,006	<u>0,012</u>	<u>4,725</u>	0,1	0,02	0,01	0,5
Navet	0,002	0,001	0,002	0,026	0,05	0,02	0,01	0,05
Piment	0,01	nd	0,006	<u>3,302</u>	0,2	0,02	0,01	2,00
Poivron	0,002	nd	nd	<u>2,272</u>	0,2	0,02	0,01	2,00
Salade	0,005	0,003	0,001	2,030	0,5	0,02	0,01	5,00
Tomate	0,005	0,01	nd	2,257	0,30	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

La présence de résidus des pesticides cibles a été notée dans les fruits et légumes lavés à l'eau distillée.

- Seul l'échantillon de feuilles d'oignon renferme des résidus en méthamidophos dont la concentration (0,012mg/kg) dépasse la LMR (0,01mg/kg).

- Pour le manébe, en plus de l'échantillon de feuille d'oignon (4,72 mg/kg), il y a aussi l'échantillon de betterave (0,09 mg/kg), de chou (1,07 mg/kg), de piment (3,30 mg/kg) et de poivron (2,27 mg/kg) qui contiennent des résidus en manébe supérieurs aux LMRs qui sont de 0,5 ; 0,05 ; 1,00 ; 2,00 ; 2,00 mg/kg respectivement.

- Pour le dicofol et la deltaméthrine, les teneurs en résidus détectés dans ces fruits et légumes sont inférieures aux LMRs.

**Tableau XIX** : Teneurs en résidus de pesticide dans les fruits et légumes prélevés au marché de Thiaroye (échantillons lavés à l'eau javellisée)

Fruits et légumes	Concentration moyenne en mg/kg				LMR en mg/kg			
	Delta	Dico	Métha	Man	Delta	Dico	Métha	Man
Aubergine amère	0,003	0,001	0,003	1,251	0,3	0,02	0,01	2,00
Betterave	0,001	nd	0,004	0,030	0,05	0,02	0,01	0,05
Carotte	0,002	0,001	0,002	<u>0,678</u>	0,05	0,02	0,01	0,2
Chou pommé	0,001	<u>0,021</u>	<u>0,040</u>	nd	0,1	0,02	0,01	1,00
Feuille oignon	0,01	0,01	<u>0,022</u>	0,110	0,1	0,02	0,01	0,5
Navet	0,001	0,001	0,001	<u>0,090</u>	0,05	0,02	0,01	0,05
Piment	0,01	nd	0,010	1,030	0,2	0,02	0,01	2,00
Poivron	0,003	nd	0,010	<u>2,390</u>	0,2	0,02	0,01	2,00
Salade	0,004	<u>0,030</u>	0,001	0,001	0,5	0,02	0,01	5,00
Tomate	0,006	nd	0,010	nd	0,30	1,00	0,01	3,00

nd = non détecté

\* = échantillon choisi pour la CCM

Les résidus en deltaméthrine, dicofol, méthamidophos et manébe ont été également retrouvés dans les échantillons de fruits et légumes lavés à l'eau javellisée.

- Tous les échantillons ont montré des résidus en deltaméthrine avec des teneurs plus basses par rapport aux LMRs.

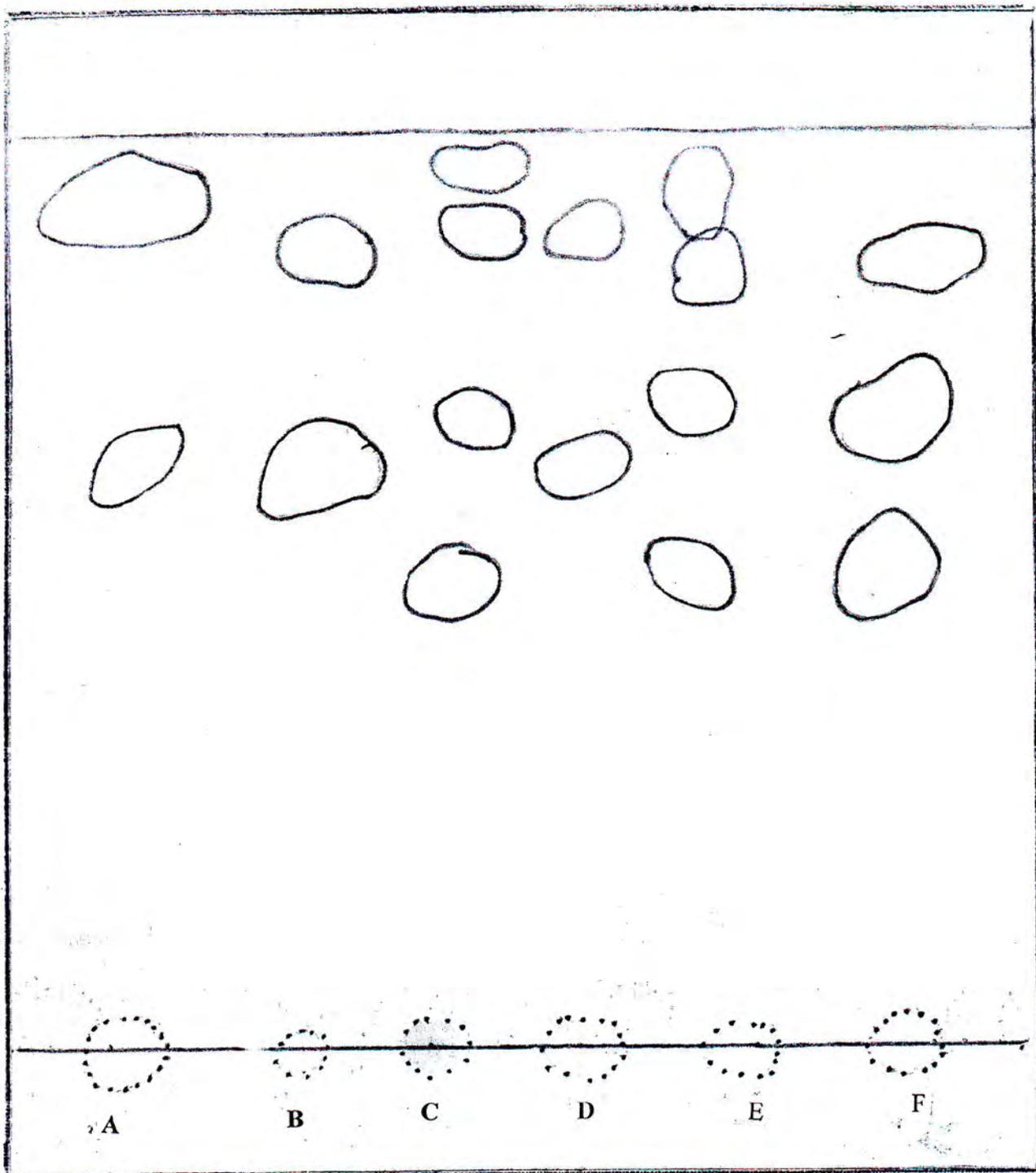
- Le chou et la salade ont montré des résidus en dicofol avec des teneurs respectives de 0,02 et 0,03 mg/kg supérieures à la LMR (0,02 mg/kg). L'absence de dicofol a été notée dans les échantillons de betterave, piment, poivron et tomate.
- Pour le méthamidophos, seules les échantillons de chou et feuilles d'oignon ont révélé des teneurs en résidus respectives de 0,04 et 0,02 mg/kg supérieures à la LMR (0,01 mg/kg).
- Les résidus en manébe qui ont été détectés dans la carotte (0,678 mg/kg), le navet (0,09 mg/kg), et le poivron (2,39 mg/kg) sont supérieurs aux LMR qui sont respectivement de 0,2 ; 0,05 ; 2,00 mg/kg. Le chou et la tomate n'ont pas montré des résidus en manébe.

## **VI. 2. 2. Les résultats d'analyse par CCM**

L'analyse par CCM a permis de confirmer la présence ou l'absence de résidus en pesticides dans les échantillons analysés.

### **VI. 2. 2. 1. Les chromatogrammes**

Les figures 11 et 12 représentent les chromatogrammes CCM d'étalons et d'extraits.



**Figure 11** : Les chromatogrammes (CCM)

- A : solution étalon de Deltaméthrine
- B : solution étalon de Dicofol
- C : extrait d'échantillon de salade prélevé dans les Niayes de Pikine
- D : extrait d'échantillon de salade prélevé dans les Niayes de Malika
- E : extrait d'échantillon de chou prélevé dans les Niayes de Niaga
- F : extrait d'échantillon de chou prélevé dans les Niayes de Thiaroye



**Figure 12** : Les chromatogrammes (CCM)

- A : solution étalon de Méthamidophos
- B : solution étalon de Manébe
- C : extrait d'échantillon de tomate prélevé au marché de thiaroye
- D : extrait d'échantillon de poivron prélevé au marché de Thiaroye
- E : extrait d'échantillon de betterave prélevé au marché de thiaroye
- F : extrait d'échantillon de feuilles d'oignon prélevé au marché de Thiaroye

### VI. 2. 2. 2. Les rapports frontaux des étalons et des extraits analysés par CCM

La détermination des résidus de pesticides est faite par comparaison des rapports frontaux des solutions étalons à ceux des extraits. Les valeurs obtenues après le calcul sont consignées dans le tableau XIX et XX ci-dessous.

**Tableau XX** : valeurs des Rf des étalons et extraits obtenus à partir du chromatogramme de la figure11

Solvant d'élution	Nature et origine des extraits	Rf (s) des extraits	Rf (s) des étalons
Acétate d'éthyle/Hexane : 50 / 20 (v /v)	Piment (Niayes de Pikine)	Rf 1= 0,90 Rf 2= 0,98	Deltaméthrine : Rf = 0,97  Dicofol : Rf = 0,89
	Chou (Niayes de Malika)	Rf 1= 0,90 Rf 2= 0,61	
	Chou (Niayes de Niaga)	Rf 1= 0,98 Rf 2= 0,88	
	Chou (Niayes de Thiaroye)	Rf = 0,87	

**Tableau XXI** : valeurs des Rf des étalons et extraits obtenus à partir du chromatogramme de la figure12

Solvant d'élution	Nature et origine des extraits	Rf (s) des extraits	Rf (s) des étalons
Acétate d'éthyle/Hexane : 50 / 20 (v /v)	Poivron (marché de Thiaroye)	Rf 1= 0,92 Rf 2= 0,78	Méthamidophos : Rf = 0,93  Manébe : Rf = 0,77
	Betterave (marché de Thiaroye)	Rf = 0,94	
	Feuille d'oignon (marché de Thiaroye)	Rf 1= 0,95 Rf 2= 0,78	
	Tomate (marché de Thiaroye)	nd	

Les valeurs des Rf obtenues ont confirmé la présence de deltaméthrine dans l'échantillon de piment prélevé dans la zone de Pikine et dans l'échantillon de chou récolté dans la zone de Niaga. La présence de dicofol a été également confirmée pour l'échantillon de piment prélevé au niveau des Niayes de Pikine et pour les échantillons de chou prélevés aux Niayes de Niaga, Thiaroye et de Malika (tableau XX).

Le méthamidophos a été confirmé dans les échantillons de poivron, de betterave et de feuilles d'oignon tandis que la présence du manébe a été détectée dans les échantillons de poivron et de feuilles d'oignon prélevés au marché de Thiaroye (tableau XXI).

### **VI. 3. Discussion**

Les résultats d'enquête ont montré que l'usage des pesticides est inévitable pour la protection contre les ennemis des cultures qui sont très nombreux et divers avec 14 espèces (tableau IX). L'importance de ces parasites est liée aux conditions physico-chimiques et climatiques favorables à leur développement. Ce pendant, l'utilisation fréquente et abusive des produits phytosanitaires entraîne une forte contamination des produits horticoles traités. Cependant, le taux d'analphabétisme reste très élevé dans les Niayes de Dakar (80 % à Niaga, 72 % à Thiaroye) et la majorité des maraîchers est constituée de jeunes (15 à 35 ans) qui ignorent les BPA. En effet les producteurs non instruits ne pourront pas lire et appliquer les instructions sur les étiquettes des produits phytosanitaires dont la plupart sont écrites en français. En plus de l'analphabétisme, les producteurs achètent des produits sans étiquette ou avec étiquette en état défectueux surtout auprès des détaillants et marchands ambulants très souvent analphabètes pouvant les induire en erreur. Un autre facteur aggravant la contamination des produits de récolte est le non respect des doses recommandées. Certains maraîchers les mélangent à des produits en pensant qu'ils augmentent l'efficacité de la solution obtenue. Les matériels de mesure sont en général les capsules des bidons sans tenir compte de différence entre la taille des emballages. Le non respect du délai avant récolte favorise aussi la contamination des produits horticoles.

Ce mauvais comportement, de la part des maraîchers, justifie bien la présence des résidus de pesticides cibles dans les fruits et légumes provenant de la zone d'étude où 82,29 % des échantillons prélevés au niveau champs et 95 % des échantillons prélevés au marché de Thiaroye ont montré des résidus en deltaméthrine, en dicofol, en méthamidophos et en manébe. Les teneurs en résidus de ces pesticides qui ont été détectés dépassent très souvent (47,92 % des échantillons prélevés au champs et 17,5 % des échantillons provenant du marché) les LMRs recommandées par l'union européenne et celles fixées par la FAO.

La comparaison des teneurs en résidus de pesticides détectés dans les échantillons prélevés au niveau champs avec celles des échantillons prélevés au marché a montré que la contamination est plus élevée pour les échantillons récoltés aux champs par rapport à ceux obtenus au marché. Par exemple les choux prélevés aux champs ont montré des résidus en deltaméthrine de 0,20 mg/kg (Malika et Thiaroye), en dicofol de 0,07 mg/kg (Niaga), en méthamidophos de 0,12 mg/kg (Malika), en manébe de 5,12 mg/kg (Thiaroye) supérieures à ceux détectés dans l'échantillon de chou prélevé au marché avec 0,004 mg/kg en deltaméthrine ; 0,030 mg/kg en dicofol ; 0,014 mg/kg en méthamidophos et 0,55 mg/kg en manébe.

Cette différence est très nette car tous les échantillons du marché ont montré des teneurs parfois 20 fois plus faibles. La rémanence des pesticides pourrait expliquer la différence de contamination qui a été notée entre ces produits d'origine différente. De ce fait, plus le temps de rémanence du pesticide est long, plus il se dégrade et finit par disparaître. En effet, puisque les fruits et légumes prélevés au marché ont subi un long parcours (du lieu de production au marché), cette durée pourrait être nécessaire pour favoriser une rémanence ou une diminution des concentrations en ces pesticides sur ces spéculations d'où les teneurs plus faibles.

Malgré le lavage qui a été effectué, les échantillons du marché ont toujours montré des résidus des pesticides étudiés. Les pesticides pourraient diffuser à travers les cellules des fruits et des légumes d'où leur présence dans les extraits d'échantillons préalablement lavés.

Les problèmes que posent les résidus de produits phytosanitaires en particuliers les pesticides restent encore mal connus ou alors ne font pas l'objet de préoccupations des maraîchers de Niayes de Dakar. Ce qui pose un réel danger pour la santé des consommateurs et pour l'environnement.

Néanmoins, la comparaison des teneurs en résidus des pesticides qui ont été détectés avec les résultats obtenus ces dernières années par **Coly (2000)** et **Diop (2005)** qui ont travaillé pratiquement sur le même sujet, a montré que des efforts non négligeables ont été fournis par les producteurs dans l'utilisation des produits phytosanitaires au niveau des Niayes de Dakar. En effet, malgré les teneurs élevées en résidus de pesticides détectés, ces valeurs restent trop faibles par rapport à celles qui ont été obtenues par **Coly (2000)** et par **Diop (2005)**.

Dans les travaux de **Coly (2000)**, les teneurs en résidus de deltaméthrine détectées dans les fruits et légumes varient de 1,3 mg/kg à 44,24 mg/kg ; pour le métamidophos les teneurs sont comprises entre 2,59 et 38,82 mg/kg.

Dans les travaux de **Diop (2005)**, la teneur en résidus de deltaméthrine des légumes produits et commercialisés au Sénégal varie de 0,1 mg/kg à 29,65 mg/kg pour des échantillons

prélevés au marché de Castors et de 0,5 mg/kg à 22,1 mg/kg pour des échantillons prélevés au marché de Grand-Dakar.

Aucune des analyses effectuées n'a montré des teneurs en résidus de ces pesticides qui avoisinent les teneurs maximales en résidus détectés par Coly et Diop.

Ainsi, même s'il reste beaucoup à faire, une nette amélioration des pratiques agricole est notée dans la zone. Cette baisse significative pourrait être due à une prise de conscience des maraîchers ou liée à des enjeux commerciaux qui imposent aux exportateurs le respect des BPA qui donnerait non seulement des produits de bonnes qualités mais aussi assure la sécurité alimentaire des consommateurs.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les Niayes jouent un rôle majeur dans l'économie du pays. Cette zone aux conditions climatiques et physico-chimiques très favorables au développement de la filière agricole fournit plus 80 % de la production nationale en légumes et 40 % en fruits. Les cultures dominantes sont le chou, la salade et la tomate. Mais cette production est limitée par l'attaque de nombreux parasites tels que les nématodes, les vers et les papillons qui prolifèrent grâce aux conditions écologiques qui leurs sont favorables. Cependant, le seul moyen de lutte contre ces ravageurs est la protection chimique. L'utilisation abusive et anarchique de ces produits et le non respect du délai avant récolte par les maraîchers favorise la présence de résidus de pesticides dans les récoltes.

Face aux dangers liés à l'utilisation des pesticides par des producteurs souvent analphabètes, notre travail a porté d'abord sur une enquête des différents pesticides utilisés et sur l'analyse des résidus de pesticides pour mesurer la qualité des produits horticoles nationaux destinés à la population. En effet, 34 échantillons de fruits et légumes analysés par HPLC ont montré la présence en résidus des pesticides tels que la deltaméthrine, le dicofol, le méthamidophos et le manébe dont les teneurs détectées restent très souvent supérieures aux LMR recommandées. Ces fruits et légumes destinés, en majorité à la consommation locale, restent dangereux pour être consommés car contiennent ces substances toxiques pour l'homme, l'animal et pour l'environnement. Cependant, il faut noter que les maraîchers ont fournis des efforts car malgré les résidus détectés, les teneurs restent basses par rapport à celles obtenues il y a 3 à 8 années. Cependant, ces efforts doivent donc être poursuivis pour arriver à un niveau de contamination zéro afin d'avoir des produits de bonne qualité, une production saine et préserver la santé de consommateurs. Ainsi les exhortations formulées ont porté sur :

- La sensibilisation des producteurs aux dangers liés à l'utilisation des pesticides ;
- le respect par le Sénégal des réglementations sur la gestion des pesticides au Sahel dont il est partie prenante ;
- l'interdiction de la vente et l'utilisation des pesticides non autorisés par les pays du CILSS ;
- l'établissement d'une réglementation nationale conforme aux LMR européennes ;
- l'encouragement de la lutte biologique au détriment de la lutte chimique ;
- l'enseignement des techniques de la BPA ;
- le contrôle permanent de la qualité des produits horticoles traités par des pesticides et destinés à la consommation locale ou à l'exportation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abiola F.A., 2002.** Synthèse de l'étude des questions relatives à la présence des résidus de pesticides dans les fruits et légumes au Burkina Faso, au Mali et au Sénégal. In : Rapport du Comité Sahélien des Pesticides. Projet FAO/CILSS Gestion des pesticides au Sahel : 51 p.
- ACTA, 1990.** Association de Cordination Technique Agricole, Index phytosanitaire, 26<sup>e</sup> édition, 488 p.
- ACTA, 2005.** Index phytosanitaire, 41<sup>e</sup> édition, 820p.
- Antonio A et al, 2001.** Without sample cleanup-journal of agricultural and food chemistry, vol 49, n°4; pp 1712-1717.
- Baldé M.S.** Impactes des propriétés biochimiques, physiques et bactériologiques des eaux des mares du Ferlo sur la production de moustiques et sur la santé des populations humaines et animales – Mémoire de DEA de Chimie et Biochimie des Produits Naturels – UCAD, 2006, 63 p.
- Bassène E, 2000.** Extraction et Analyse en Phytochimie, faculté de Médecine et de Pharmacie, UCAD, 63 p.
- Boye O, 2002.** Réglementation des pesticides dangereux au Sénégal, 41 p.
- Cissé I. et al, 2001.** Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal, Cahier Agriculture 2003 n°12, pp 181-186.
- Cissé I., Fall S.T., Akinbamijo O.O., Diop Y.M.B., Adediran S.A., 2002.** L'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques dans la zone des Niayes au Sénégal, ISBN 90-6464-982-0. p 85-98
- Cissé I., Tandian A. A., S.T. Fall et Diop E. S, 2001.** Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal. Cahiers Agricultures 2003; 12: p 181-186
- Codazzi E, 1989.** Pesticides : composition, utilisation et risque, Agromisa 1<sup>ère</sup> édition en français, 153 p
- Coly O, 2000.** Analyse par chromatographie en phase liquide (CPL) et sur couche minces (CCM) des résidus de pesticides dans les cultures maraîchères de la zone des Niayes du Sénégal- Mémoire de DEA de Biologie Végétale- Faculté des sciences et techniques- UCAD, Dakar, 121 p.
- Couteux A., Lejeune V., 2004.** Index phytosanitaire, ACTA, 40<sup>e</sup> édition, 804 p.

- Diatta F, 1997.** Les pesticides à usage agricole : homologation, utilisation, réglementation cas d'usage intensif, problèmes liés à leur l'usage et précaution d'emploi, mesures d'accompagnement et développement de méthodes alternatives, 26 p.
- Diop K, 2005.** Analyse par les méthodes chromatographiques et spectrophotométriques de résidus de pesticides dans des légumes, des fruits et des conserves d'ananas importés au Sénégal- Mémoire de DEA de Biologie Végétale- Faculté des sciences et techniques- UCAD, Dakar, 95 p.
- Diouf H.R., Badji S., 2007.** Pesticides et pauvreté, document d'information sur la gestion des pesticides au Sénégal, première version, 52 p.
- Direction de l'horticulture, 2006.** Statistique de la direction de l'horticulture.
- Barriuso E., 2004.** Estimation des risques environnementaux des pesticides, INRA, 204 p.
- Fall S.T., Fall A. S., 2001.** Cités horticoles en sursis, L'agriculture urbaine dans les grandes Niayes au Sénégal. ISBN 0-88936-936,4<sup>e</sup> édition CRDI Ottawa ; Mars 2001, 52p
- FAO, 1990.** Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides, version amendée, Rome, 39 p.
- FAO, 1993.** Atelier sous-régional pour la mise en valeur du code international de conduite pour la distribution et la l'utilisation des pesticides en Afrique, Brazzaville, Congo, 40 p.
- FAO/OMS, 2002.** Forum mondial des Responsables de la sécurité sanitaire des aliments Marrakech (Maroc), 28 - 30 janvier 2002
- Fournier J, 1988.** Chimie des pesticides, agence de coopération culturelle et technique, 346 p.
- Ifen, 2002.** Les pesticides dans les eaux, Bilan annuel 2002, Ifen, Orléans, 25 p.
- ISE, 1996.** Réglementation des pesticides au Sahel, Institut des Sciences de l'Environnement, faculté des sciences et techniques, pp 3-4.
- ISRA, 1996.** Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Plan stratégique de la recherche agricole, zone des Niayes, 57 p
- Kroll R, 1994.** Les cultures maraîchères, édition Maisonneuve et Larose, ACCT, 219 p.
- Kuiseu J., Thiam A., 2003.** Une monographie de l'endosulfan, pesticides utilisés dans la culture du coton en Afrique au sud du Sahara, 20 p.
- Lebrun J.P., Stork A.L., 1991.** Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale : généralité et Annonaceae à Pandaceae, Genève, pp 62-132.
- Mahuzier G., Haman M., 1990.** Abrégé de chimie analytique, tome 2, M éthodes de séparation, Masson, 262 p.

- Manfred. Moll., Nicolas. Moll., 2002.** Précis des risques alimentaires, Tec et Doc., 2e édition, 383 p.
- Mbodj M, 2003.** Limites maximales de résidus de pesticides dans les produits agricoles d'exportation dans trois pays du CILSS- Etude du Sénégal. In : Institut du Sahel. Projet FAO/CILSS de gestion des pesticides au Sahel 62 p.
- Ngom S.<sup>1</sup>, Cissé I.<sup>2</sup>, Traoré S.<sup>3</sup>, 2007.** Etude des variabilités saisonnières de l'impact de l'utilisation des pesticides dans l'espace agricole des Niayes de Dakar. Rapport annuel PACD/ISRA, 17 pages.
- ONUDI, 1992.** Formulation des pesticides dans les pays en développement, Nations Unies, Vienne, New York, pp 2-238.
- Samb B, 2004.** Programme pilote d'introduction des outils de suivi et de contrôle de l'application des pesticides, PPEA-ANCAR, p
- Schiffers B, 1990.** Résidus de pesticides et LMR, 10 p.
- Seel I, 1999.** Travail de fin d'études : Evaluation des performances d'une méthode de dosage de pesticides, graduat en biochimie finalité biochimie, haute école de province de Liège, Rennequin sualem, 109 p.
- Sidibé R, 2004.** Analyse par Chromatographie en Phase Liquide (CPL) et sur Couche Minces (CCM) de résidus de pesticides des fruits et légumes de la zone des Niayes - Mémoire de DEA de Chimie et Biochimie des Produits Naturels – UCAD, 2004, 72 p.
- Simon H, 1994.** La protection des cultures, agriculture d'aujourd'hui, édition Lavoisier, Sciences et Techniques d'application, 351 p.
- Sow D, 1987.** Méthodes de recherche et de dosage des pesticides organochlorés et organophosphorés dans les aliments - Thèse d'état de Pharmacie, 89 p.
- SPIA, 2002.** Société des produits industriels et agricoles : insecticides, herbicides, fongicides, semence, matériel agricoles, produits hygiène publique et vétérinaire, catalogue 2002, 34 p.
- Thiam A, 2004.** Les pesticides chimiques : Historiques, classification, mode d'action, effets toxique, PAN africa, 12 p.
- Thiam A, 2007.** Pesticides et alternatives : bulletin de Pesticides Action Network (PAN) africa, n°31, 2<sup>e</sup> trimestre, 32 p.
- Thiam A., Gaye D., 2005.** Atelier sur alimentation saine et équité : quelles stratégies pour une horticulture durable au Sénégal, 25 p.
- Thiam A., Sarre A., 2003.** Les pesticides au Sénégal, Pesticides Action Network (PAN) africa, 2<sup>e</sup> édition, 43 p.
- Wakes J., Sanger L., 2008.** Chromatographie, <http://fr.wikipedia.org>, 2 Avril 2008 à 15h 56mn 28s.

## **ANNEXES**

## QUELQUES PROPRIETES DES PESTICIDES ETUDIES

### DELTAMETHRINE

**Nom chimique :**

(S)- $\alpha$ -cyano-m-phénoxybenzyl (1R, 3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-diméthyl-cyclopropanecarboxylate

**Poids moléculaire :** 505,21 g/mol

**Solubilité dans l'eau :** 0,002 mg/l

**DL<sub>50</sub> pour le rat :** 66,7 mg/kg

**DJA :** 0,01 mg/kg/jour

**Formule brute :** C<sub>22</sub>H<sub>19</sub>Br<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>

### DICOFOL

**Nom chimique :** 2, 2, 2 – trichloro – 1, 1 - bis (4 - chlorophényl) éthanol

**Poids moléculaire :** 370,49 g/mol

**Solubilité dans l'eau :** 0,8 mg/l à 20°C

**DL<sub>50</sub> pour le rat :** 578 mg/kg

**DJA :** 0,002 mg/kg/jour

**Formule brute :** C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>O

### **METHAMIDOPHOS**

**Nom chimique :** O, S – diméthyl phosphoramidothioate

**Poids moléculaire :** 141,1 g/mol

**Solubilité dans l'eau :** >200 g/l à 20°C

**DL<sub>50</sub> pour le rat :** 30 mg/kg

**DJA :** 0,004 mg/kg/jour

**Formule brute :** C<sub>2</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>2</sub>PS

### **MANEBE**

**Nom chimique :** ((2 – ((dithiocarboxy) amino) éthyl) carbamodithioato)) (2 - ) – Ks, Ks') manganèse.

**Poids moléculaire :** 265,30 g/mol

**Solubilité dans l'eau :** 178 mg/l à 20°C

**DL<sub>50</sub> pour le rat :** 5000 mg/kg

**DJA :** 0,05 mg/kg/jour

**Formule brute :** C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>MnN<sub>2</sub>S<sub>4</sub>

## QUESTIONNAIRE

Nom de l'enquêteur : .....

Date de l'enquête : .....

### I - Identification de l'enquêté

Nom : .....

Sexe : M  F

Age : .....

Statut : Propriétaire  Sourga  Autres : .....

Ethnie : .....

Niveau d'étude : .....

Situation familiale : marié  célibataire

Nombre d'enfants : .....

### II - Informations relatives à l'activité

Nombre d'années dans le secteur : .....

Principales culture par ordre d'importance :

1 : .....

2 : .....

3 : .....

4 : .....

5 : .....

Nombre de personnes en activité dans le champs : .....

Nombre de récoltes par an : .....

Estimation de la production : .....

### III - COMMERCIALISATION

Comment se fait la commercialisation : sur place au marché

Qui sont vos principaux clients :

1 : .....

2 : .....

Commercialisez – vous à l'étranger ? Oui  Non

Si oui vers quels pays :

1 : .....

2 : .....

Observez – vous des cas de mévente ?

Si oui quelles sont les raisons : .....

#### IV - QUALITE DE LA PRODUCTION

Votre produit est-il emballé lors de la commercialisation ? Oui  Non

Faites - vous un contrôle de qualité ? Oui  Non

Existent – ils des preuves ? Oui  Non

Si oui avec qui .....

Et ou ? .....

Avez – vous des contraintes de commercialisation liés à un problème de qualité ?

Oui  Non

Si oui quand et avec qui ? .....

#### V - Connaissance des parasites et pesticides utilisés

Connaissez – vous les parasites de vos cultures ? Oui  Non

Si oui citez les plus fréquents

1 : .....

2 : .....

Utilisez vous des pesticides dans vos cultures ? Oui  Non

Si oui citez les par type de culture et période d'utilisation

Nom du produit phytosanitaire
1
2
3
4
5
6
7
8

Quelle est votre source d'approvisionnement en produits phytosanitaires ?

1 Grossiste

2 Détaillant

3 Organisme

4 Autres  .....

### VI – MODE D’utilisation des produits phytosanitaires

Savez – vous qu’il faut respecter un délai entre la dernière application du pesticide et la récolte ? Oui  Non

.....

Disposez – vous d’un matériel spécial pour faire les applications ?

Oui  Non

Si Oui, quel est le matériel ? .....

.....

Comment mesurer vous la quantité de pesticide nécessaire pour la préparation à utiliser ?

.....

Exemple des préparations :

Nom du pesticide	Quantité mesurée	Technique de la préparation

Quelle technique de dépendage utilisez- vous ?

.....

Protégez – vous contre le produit ?

Si Oui Comment ? .....

.....

Utilisez- vous du matériel de protection ?

Si Oui le quel ? .....

Les produits utilisés sont – ils étiquetés ? Oui Non

Si Oui, vérifiez – vous les consignes du fabricant sur le produit ? Oui Non

Avez – vous de bons résultats avec les doses indiqués ? Oui  Non

Après les opérations de traitement, que faites – vous pour éviter d'éventuels ennuis ?

1 : .....

2 : .....

Lavez – vous vêtements après chaque traitement ?

1 – systématiquement,                      2 – souvent                      3 – rarement                      4 - jamais

Pensez – vous que les pesticides peuvent être dangereux pour l'homme et l'animal ?

Oui  Non  je ne sais pas

Si oui, citez des les plus dangereux d'après vous

1 : .....

2 : .....

D'après vous pourquoi ces pesticides sont dangereux ?

.....

.....

En générale, quelle est la fréquence de traitement de vos cultures ?

.....

Faites-vous un stockage de pesticides ?

Si Oui ou ?

1 - Magasin

2 - Sous un abri

3 - En pleine ciel

4 - Autres

Comment rangez – vous votre stock ?

.....

S'il s'agit de magasin, est – il fermé ? Oui  Non

Est – il aéré ? Oui  Non

Que faites – vous des emballages après usage du produit ?

1 - Brûlés  2 - Enterrés  3 - Envoyés à la décharge

4 autres usages  : .....

Quelles précautions prenez – vous pour ne pas être victime du danger des pesticides ?

.....  
.....  
Avez – vous vous-même ou (votre employé) eu un ennui de santé à la suite d’un traitement ?

Oui  Non

Si Oui quand ? .....

Indiquez les signes :

.....  
.....  
Quel a été votre premier recours ?

.....  
.....  
Une consultation médicale

Une consultation chez un tradi-praticien

Autres préciser .....

Cela a-t-il entraîné ?

Un traitement médical

Une hospitalisation

Autre préciser .....

Donnez – vous des conseils aux autres usagers ?

Oui  Non

Si Oui donner des exemples :

.....

## VII - Alternative aux pesticides

Utilisez – vous des produits naturels à la place des pesticides ?

Oui  Non

Explication :

Nom de la plante	Forme d'utilisation	Technique de fabrication	Observation

**Université Cheikh Anta Diop de Dakar**  
**Faculté des Sciences et Techniques**  
**Département de Chimie**

Sujet : Analyse par chromatographie en phase liquide (CPL), sur couches minces (CCM) et spectroscopie de résidus de quatre pesticides dans les fruits et légumes de la zone des Niayes au Sénégal.

*Présenté publiquement le juillet 2008*

**Nom du candidat :** Anastasie MANGA

**Nature :** Mémoire de DEA de chimie et de biochimie des produits naturels

**Composition du Jury**

Président :	M. Samba DIENG	Maître de conférence	UCAD
Membres :	M. Cheikh DIOP	Maître Assistant	UCAD
	M. Seydou TRAORE	Maître Assistant	UCAD
	M. Saliou NGOM	Chargé de recherches	ISRA

**Résumé**

Le maraîchage, pratiqué essentiellement dans la zone des Niayes, occupe une place importante dans l'approvisionnement des populations en fruits et légumes. Cependant, l'enquête effectuée a montré l'existence de plusieurs espèces de parasites (14 espèces) d'où l'usage des pesticides qui constituent le seul moyen de lutte utilisé par les producteurs. L'enquête a aussi montré l'absence totale d'une bonne gestion des produits phytosanitaires. Le risque d'exposition aux pesticides est élevé. Le niveau de contamination par les pesticides fréquemment pulvérisés sur les cultures (deltaméthrine, dicofol, méthamidophos et manèbe) a été évalué par HPLC. Des teneurs en résidus de ces pesticides ont été détectées dans 95 % des échantillons provenant du marché et dont les 17,5 % ont montré des teneurs supérieures aux LMRs et dans 82,29 % des échantillons prélevés aux champs dont les 47,92 % ont montré des teneurs supérieures aux LMRs. Le lavage des produits de récolte n'élimine pas complètement les résidus. Des teneurs importantes en résidus ont été obtenus dans la plupart des échantillons lavés à l'eau distillée (entre 0,026 et 3,302 mg/kg pour le manèbe, 0,001 et 0,006 mg/kg pour la deltaméthrine et 0,001 et 0,012 mg/kg pour le méthamidophos).

**Mots clés :** Niayes du Sénégal, Fruits et Légumes, Pesticides, HPLC, Contamination.